VISIT…

А. В. ТАЛАНОВ

ЗВУКОВАЯ РАЗВЕДКА АРТИЛЛЕРИИ

Инженер-полковник А. В. ТАЛАНОВ
доцент, кандидат технических наук

ЗВУКОВАЯ РАЗВЕДКА АРТИЛЛЕРИИ

ВОЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МИНИСТЕРСТВА ВООРУЖЕННЫХ СИЛ СОЮЗА ССР
МОСКВА—1948

А. В. Таланов, Звуковая разведка артиллерии. Книга является учебником для курсантов артиллерийских училищ. Она может служить пособием для офицеров подразделений артиллерийского инструментального разведывания, а также для слушателей Артиллерийской академии и Высшей офицерской артиллерийской школы при изучении ими Курса звуковой разведки.

Редактор инженер-полковник Колесников Г. М.
Технический редактор Кузьмин И. Ф. Корректор Андроиова К. Д.

Г-78843. Подписано к печати 2.11.48 г. Объем 25 п. л. + 3 вкл. 7/8 п. л.
Уч.-изд. л. 23,868. В 1 п. л. 42.000 тип. зн. Изд. № 3/938. Зак. 485

Цена 13 руб.

2-я типография Управления Военного Издательства МВС СССР имени К. Е. Ворошилова

ПРЕДИСЛОВИЕ

Данный учебник является первой попыткой последовательного и достаточно полного изложения всех вопросов звуковой разведки.

В отличие от прежних учебных пособий в этом учебнике большое внимание уделено вопросам боевой работы и технике развертывания батареи звуковой разведки.

При составлении главы II, в которой излагаются основные сведения из акустики, предполагалось, что основные законы ее известны курсантам из учебников физики средней школы.

При изложении вопросов поправок и при выводе формул основное внимание уделялось физической сущности их. В соответствии с этим нами даны более простые выводы формул поправок на ветер и на превышение цели, которые в ранее изданных учебниках не приводились.

В главе IV освещены основные вопросы устройства аппаратуры звуковой разведки; это необходимо для того, чтобы обучающиеся, ознакомившись с ними, могли более свободно разбираться в других вопросах звуковой разведки. Более подробные сведения о материальной части даны в соответствующих руководствах.

В главе VII большое внимание уделено анализу ошибок. Сделано это для того, чтобы изучающие эти вопросы могли сознательно принимать те или иные меры для уменьшения получаемых ошибок.

В главе XII даны основные сведения по звуковой маскировке огневой деятельности своей артиллерии.

В процессе составления учебника рукопись была просмотрена коллективом преподавателей по звуковой разведке Высшей офицерской артиллерийской школы.

Все пожелания указанного коллектива нами приняты с благодарностью.

Ряд ценных указаний при составлении учебника получен от генерал-майора артиллерии **Ростовцева М. В.**, доктора технических наук профессора генерал-майора артиллерийско-технической службы **Головина Н. Я.**, доктора технических наук профессора инженер-полковника **Никитина Г. А.**, полковника **Кавтарадзе Г. К.**, инженер-полковника **Сластенова Н. П.**, полковника **Самойлова А. И.**, инженер-полковника **Наумова А. А.** и полковника **Зверева В. Я.**, за что приношу им горячую благодарность.

Глава I

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ О ЗВУКОВОЙ РАЗВЕДКЕ

§ 1. НАЗНАЧЕНИЕ И ЗАДАЧИ АРТИЛЛЕРИЙСКОГО ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО РАЗВЕДЫВАНИЯ (АИР)

Звуковая разведка является одной из составных частей артиллерийского инструментального разведывания (АИР). Назначение артиллерийского инструментального разведывания — обеспечивать боевую работу артиллерии и вести:

а) разведку противника для обеспечения артиллерийского огня;

б) разведку местности и ее подготовку в топографическом отношении;

в) разведку атмосферы;

г) обслуживание стрельб по измеренным отклонениям.

Основными задачами артиллерийского инструментального разведывания являются:

1. Определение положения важнейших для артиллерийского огня целей во всей глубине боевого порядка противника.

2. Обеспечение массированного огня артиллерии на всех дальностях стрельбы.

3. Наблюдение за полем боя и огневой деятельностью противника.

Артиллерийское инструментальное разведывание состоит из служб:

1) звуковой разведки;
2) топографической;
3) фотограмметрической;
4) оптической и
5) метеорологической.

Артиллерийское инструментальное разведывание, имеющее в своем составе все виды современной разведки артиллерии противника, является мощным разведывательным средством. Органы артиллерийского инструментального разведывания обычно ведут разведку одновременно в одних и тех же районах и путем взаимной проверки и дополнения обеспечивают наибольшую полноту и достоверность получаемых разведывательных данных. Так, например, в туман или ночью, когда нельзя пользоваться

оптическими приборами, надежно работает звуковая разведка и, наоборот, в жаркое время летнего дня, когда отказывает в работе звуковая разведка, надежно выполняют свою работу фоторазведка и оптическая разведка.

Основываясь на опыте Великой Отечественной войны, можно сказать, что артиллерийское инструментальное разведывание играет исключительно важную роль в деле обеспечения боевой работы артиллерии и является одним из главнейших средств разведки артиллерии противника.

Подразделения артиллерийского инструментального разведывания организованы в разведывательные артиллерийские дивизионы (РАД).

Состав этих дивизионов в армиях всех стран примерно одинаковый.

§ 2. ЗАДАЧИ И СВОЙСТВА ЗВУКОВОЙ РАЗВЕДКИ

Основными задачами звуковой разведки являются:

— разведка орудий и минометов противника по звуку их выстрелов;

— обслуживание стрельбы своей артиллерии (минометов).

Вспомогательной задачей является топографическая привязка по звуку звуковых постов батареи звуковой разведки и огневых позиций тех батарей, стрельба которых обслуживается данной батареей звуковой разведки.

Разведка заключается:

— в определении координат стреляющих орудий и минометов противника;

— в определении числа орудий (минометов) в батарее;

— в определении калибра и системы орудий и минометов;

— в наблюдении за огневой деятельностью разведанных артиллерийских и минометных батарей;

— в выявлении ложных орудий (минометов).

Звуковая разведка в своей работе использует звук выстрела (разрыва снаряда), поэтому работа ее зависит главным образом от условий слышимости (от метеорологического состояния атмосферы).

При соответствующих условиях слышимости звуковая разведка может вести разведку целей не только днем, при хорошей видимости, но и в туман, ночью, на лесистой и пересеченной местности, когда другие средства разведки (оптическая, авиаразведка) отказывают в работе. Независимость от условий видимости является одним из основных и положительных свойств звуковой разведки.

Это свойство приобретает еще большее значение в условиях, когда противник применяет различного рода маскировку своих орудий, вследствие чего последние очень часто становятся совершенно ненаблюдаемыми с наземных пунктов и с самолета (аэростата).

Звуковая разведка в меньшей степени, чем оптическая, зависит от рельефа местности, от местных предметов и подстилающей поверхности. Это также положительное свойство звуковой разведки. Аппаратура звуковой разведки рассчитана на прием только звуков выстрелов, разрывов и взрывов. Шум машин, находящихся не ближе 200—300 *м* от звуковых постов, на работу звуковой разведки не влияет.

Одним из основных отрицательных свойств звуковой разведки является зависимость ее от состояния метеорологических элементов. Зависимость эта заключается в том, что дальность распространения звука, а следовательно, и дальность работы звуковой разведки, сильно меняется с изменением состояния атмосферы. При средних метеорологических условиях (при средних условиях слышимости) дальность засечки, считая от линий звукопостов, в зависимости от системы и калибра орудий и минометов характеризуется следующими величинами[1]:

	Артиллерийские орудия			Минометы		
	Пушки	Пушки	Гаубицы	ствольные		реактивные
Калибр, *мм*	76	152	152	81	105	—
Дальность, *км*	8	15	12	3,5	5	3—4

При плохих или хороших условиях слышимости дальность засечки соответственно уменьшается или увеличивается в полтора-два раза. Так, например, при плохих условиях слышимости дальность засечки 152-*мм* орудия достигает порядка 6 *км*, а при благоприятных условиях слышимости дальность засечки этого же орудия достигает 25 *км*. При неблагоприятных условиях падает и точность засечки.

[1] Под средними условиями слышимости подразумеваются условия, которые создаются при работе на среднепересеченной и открытой местности и при условии, когда основная кривая (см. главу III) скорости звука идет примерно горизонтально, т. е. скорость звука с высотой не изменяется.

На рис. 1 представлены две записи звуковых волн, полученные при стрельбе из одного и того же орудия (340-*мм* пушки) и при одной и той же дальности засечки (4 *км*). Правая запись, полученная при благоприятных условиях, в несколько раз больше левой, полученной при неблагоприятных метеорологических условиях. Начало у правой записи (отмеченное черточкой) более резкое, чем у левой.

Вторым отрицательным свойством звуковой разведки является зависимость ее от степени оживления огневой

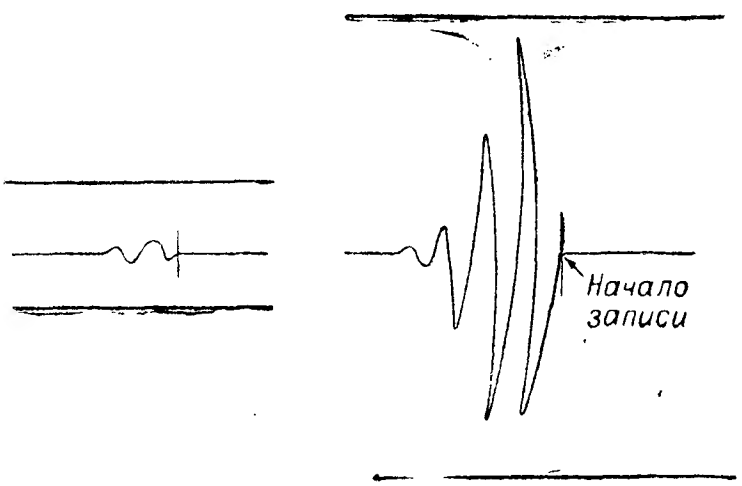


Рис. 1. Записи, полученные при стрельбе из одного орудия при разных метеорологических условиях

деятельности артиллерии как своей, так и противника. При интенсивной стрельбе артиллерии (минометов) затрудняется процесс обработки записей выстрелов и разрывов снарядов (мин), увеличивается время, потребное для определения координат целей, и тем самым замедляется получение разведывательных данных. Так обстоит дело, например, в период артиллерийской подготовки.

§ 3. ОРГАНИЗАЦИЯ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ЗВУКОВОЙ РАЗВЕДКИ

Звуковая разведка организована в армиях всех государств в батареи звуковой разведки (БЗР). На вооружении БЗР состоит одна звукометрическая станция.

Для выполнения боевых задач батарея звуковой разведки развертывается в боевой порядок (рис. 2 и 3), в который входят:

— пост предупреждения;

— звуковые посты, попарно образующие две-три акустические базы;

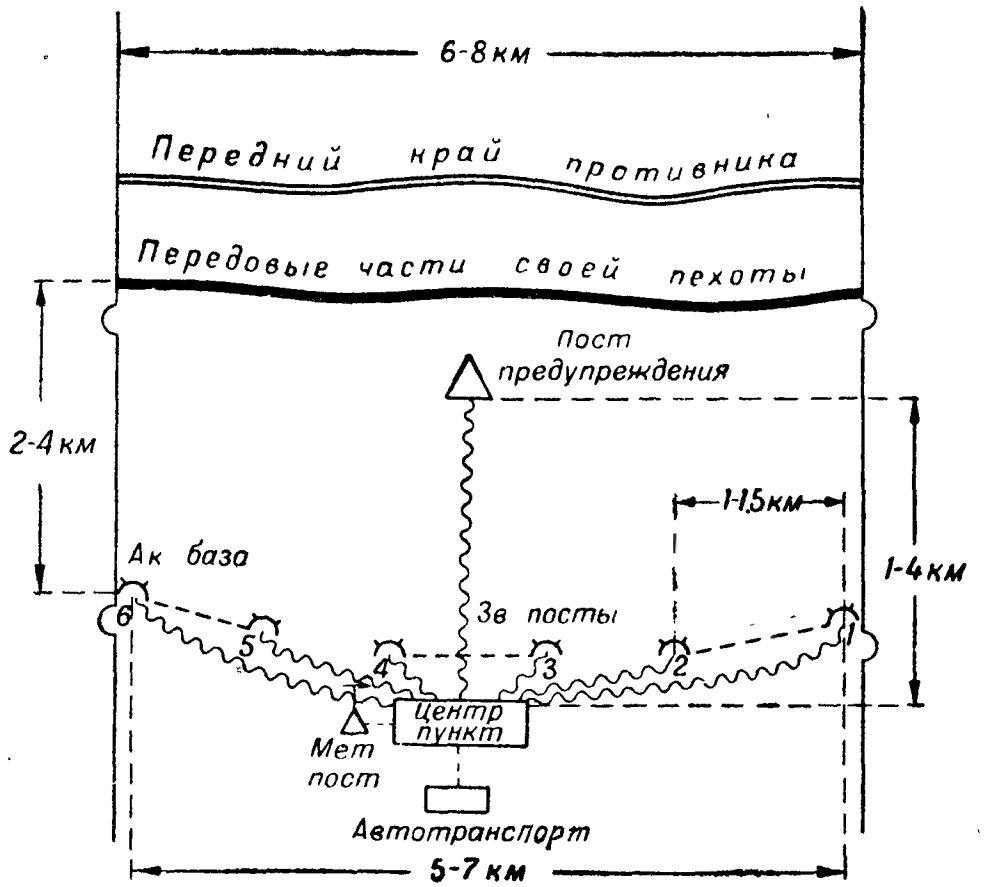


Рис. 2. Схема боевого порядка батареи звуковой разведки

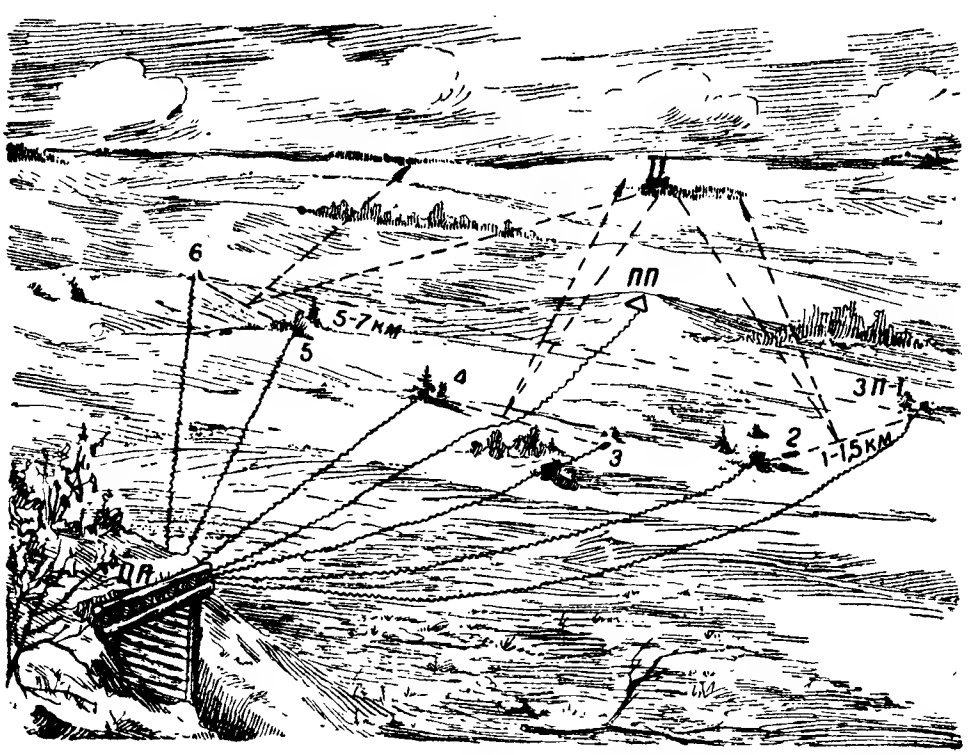


Рис. 3. Боевой порядок батареи звуковой разведки

— центральный пункт (пункт обработки, регистрирующий прибор и узел связи);
— метеорологический пост и
— место для автотранспорта.

Батарея звуковой разведки занимает боевой порядок по фронту: при нормальном развертывании 5—7 *км* и при ускоренном развертывании 3—4 *км*. Длина акустических баз 1—1,5 *км*.

Удаление звуковых постов от передовых частей своей пехоты:
— в наступлении 2—2,5 *км*;
— в обороне 3—4 *км*;
— при развертывании с целью засечки минометов в наступлении и в обороне — 2—2,5 *км*.

Глубина боевого порядка (от поста предупреждения до центрального пункта) 1—4 *км*. Ширина полосы разведки 6—8 *км*. Глубина разведки определяется дальностью засечки (см. таблицу на стр. 7).

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ГЛАВЕ I

1. Какое назначение имеет артиллерийское инструментальное разведывание?
2. Какие основные задачи артиллерийского инструментального разведывания?
3. Какие службы входят в состав артиллерийского инструментального разведывания?
4. Какие основные свойства звуковой разведки?
5. Какова дальность засечки орудий и минометов?
6. Из каких элементов состоит боевой порядок батареи звуковой разведки?
7. Какая ширина полосы разведки батареи звуковой разведки?
8. На каком удалении находятся звукопосты от передовых частей воей пехоты при засечке артиллерии и минометов?

Глава II

ЗВУКИ ВЫСТРЕЛОВ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ ИХ В АТМОСФЕРЕ

§ 1. КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ИЗ АКУСТИКИ

Для решения основных задач звуковая разведка использует звуки, возникающие при выстрелах из орудий и минометов и при разрывах снарядов и мин. Исходя из этого необходимо прежде всего познакомиться с природой звуковых явлений, которые излагаются в отделе физики, именуемом акустикой.

Акустика — это наука о колебательных движениях или просто о колебаниях, которые возникают и распространяются в упругих средах и телах, а следовательно, и в воздухе.

Для возникновения механического колебательного движения необходимо прежде всего наличие материального тела, имеющего массу m. Тело или система тел, участвующих в колебательном процессе, называется **колебательной системой** (например, струна, мембрана и т. п.). Это тело должно обладать упругостью, т. е. способностью восстанавливать свое первоначальное положение (положение равновесия) после того, как какая-либо внешняя сила выведет его из этого положения.

Упругость колебательной системы характеризуется упругой силой F, под влиянием которой тело способно восстанавливать свое первоначальное положение (положение равновесия) после того, как какая-либо внешняя сила вывела его из этого положения.

Упругая сила F связана с жесткостью системы k таким соотношением:

$$F = -k\xi, \qquad (1)$$

где ξ — отклонение колеблющегося тела от его положения равновесия в данный момент времени t.

Из выражения (1) видно, что сила F направлена в сторону, противоположную отклонению ξ, т. е. в сторону равновесия.

Сила F измеряется в динах. 1 дина $= 1$ *г.см/сек*^{2}.

Величина ξ измеряется в сантиметрах, следовательно, величина жесткости будет измеряться в динах на сантиметр, т. е. единица жесткости будет:

$$1\ дина/см = 1\ г/сек^2.$$

Колебания в упругих телах возникают под воздействием внешней силы, действующей на тело некоторое время и выводящей его из положения равновесия. Если внешняя сила потребовалась лишь для того, чтобы вывести тело из положения равновесия, и после этого тело будет колебаться самостоятельно под воздействием лишь сил упругости, то возникающие при этом колебания будут называться **свободными** колебаниями.

Примером свободных колебаний являются колебания ветвей камертона, выведенных из состояния равновесия, например, ударом по ним. Если же на тело во время его колебательного движения будет действовать внешняя сила постоянно и непрерывно, то колебания будут **вынужденными**, а соответствующая сила — **вынуждающей силой**. Примером **вынужденных** колебаний являются колебания ветвей камертона регистрирующего прибора при работе электромагнита этого камертона.

В твердых телах возникают и распространяются колебания двух видов — **продольные** и **поперечные**. В жидких телах и газах возникают и распространяются только продольные колебания.

Продольными колебаниями называются такие, при которых колебание частиц происходит вдоль направления распространения колебаний.

Поперечными колебаниями называются такие, при которых колебания частиц происходят перпендикулярно направлению распространения колебаний.

Колебательные движения бывают **простые** и **сложные**.

Отклонения, которые получает тело от положения равновесия при простом колебательном движении, подчиняются закону, который математически выражается следующей формулой:

$$\xi = A \cdot \cos(\omega t - \varphi_0), \qquad (2)$$

где A — величина максимального отклонения колеблющегося тела от положения равновесия, называемая **амплитудой колебания**;

ω — так называемая **круговая частота колебаний**, т. е. число колебаний тела в 2π секунд (приблизительно в 6,28 секунды);

$\Phi = (\omega t - \varphi_0)$ — **фаза колебания**;

φ_0 — **начальная фаза**, соответствующая началу **движения**.

Фазой колебания называется величина, характеризующая положение колеблющегося тела в некоторый момент времени t относительно начального положения этого тела, когда оно было в равновесии. Фаза выражается в радианах (иногда в градусах).

Закон отклонений в простом колебательном движении, выражаемый формулой (2), можно изобразить графически при помощи прямоугольных координат (рис. 4). Будем откладывать по оси абсцисс фазы колебания, отвечающие последовательным моментам времени t, а по оси орди-

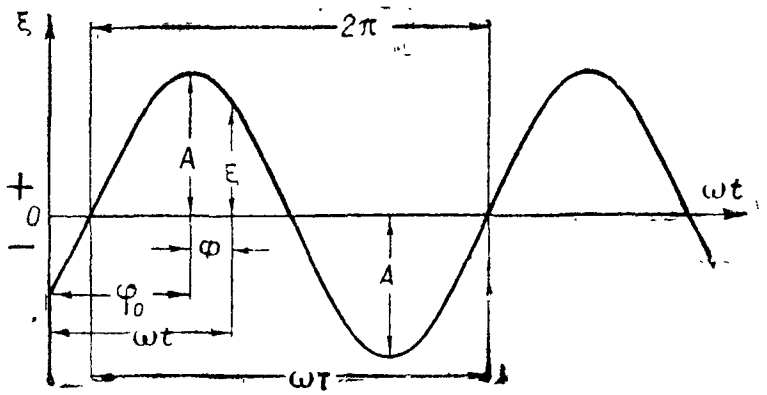


Рис. 4. Графическое изображение колебательного процесса

нат — соответствующие величины отклонений, задавшись предварительно определенной величиной амплитуды колебания. Соединив полученные точки плавной линией, мы получим кривую, называемую **косинусоидой**, которая и будет являться графическим изображением колебательного процесса.

Цикл движений колеблющегося тела, начиная с момента выхода его из некоторого начального положения и кончая моментом возвращения его в это исходное положение, после того как это тело достигнет один раз максимального отклонения в одну сторону и один раз в другую сторону, называется **одним полным колебанием.**

Простое колебательное движение есть движение периодическое.

Промежуток времени, в течение которого колеблющееся тело совершает одно полное колебание, называется **периодом колебания** и обозначается буквой T.

Число колебаний, которое тело совершает за 1 секунду, называется **частотой колебаний** (n). Единица частоты — 1 колебание в 1 секунду — носит название **герц** (*гц*). 1 герц равен 1 колебанию в секунду.

Частота колебаний связана с периодом колебания соотношением

$$n = \frac{1}{T}.$$

Следовательно, частота есть **величина, обратная периоду.**

С круговой частотой ω частота колебаний n связана формулой

$$\omega = 2\pi n. \qquad (3)$$

Физический смысл круговой частоты можно пояснить такой формулой:

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}, \qquad (4)$$

где k — жесткость системы и
m — масса системы.

Измерив жесткость и массу системы, можно узнать частоту, с которой она будет совершать колебательные движения, если вывести ее из положения равновесия. Например, жесткость мембраны, установленной в капсюле микрофона, $k = 2 \cdot 10^7$ *дин/см* и масса мембраны $m = 9$ *г*.

Отсюда

$$\omega = \sqrt{\frac{2 \cdot 10^7}{9}} = 1491 \text{ или } n = \frac{1491}{2\pi} =$$
$$= 238 \text{ колебаний в секунду.}$$

Частота свободных колебаний системы, зависящая только от ее жесткости и массы, носит название **частоты собственных** колебаний. Значит, частота собственных колебаний мембраны будет $n = 238$ колебаний в секунду.

Если энергия, полученная колеблющимся телом, при выводе его из равновесия не рассеивается во время колебаний, то колебания будут происходить с постоянной амплитудой. Такие колебания называются **незатухающими** (колебания ветвей камертона регистрирующего прибора при работе его электромагнита). Если же полученная энергия будет рассеиваться и не будет пополняться извне, то колебания будут **затухающими** (колебания ветвей камертона регистрирующего прибора при выключенном электромагните его).

В большинстве случаев, встречающихся на практике, колебательные движения бывают **сложными**, т. е. такими, которые состоят одновременно из ряда простых колебательных движений с различными амплитудами и частотами.

С целью изучения сложных колебательных движений их обычно записывают и разлагают на ряд простых[1].

При разложении сложных колебаний на простые определяются частоты и амплитуды простых колебаний. По этим частотам и амплитудам строятся графики, которые называются акустическими **спектрами.** График на рис. 5 представляет спектр дульной волны, т. е. спектр волны, образующейся при выстреле из орудия. Из этого графика видно, что наибольшей энергией обладают колебания с частотой порядка 10—20 колебаний в секунду.

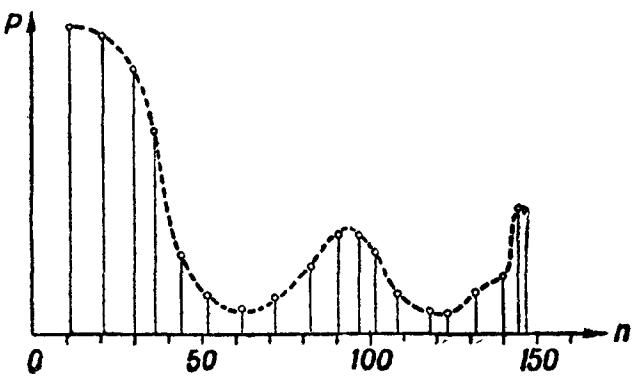


Рис. 5. Акустический спектр дульной волны

Человеческое ухо чувствительно только к звукам определенных частот. Исследования показывают, что большинство людей может воспринимать звуки, частота которых лежит в пределах примерно от 16 до 20 000 *гц.* Частоты, лежащие в этих пределах, называются звуковыми частотами. Колебания, частота которых меньше 16 *гц*, называются **инфразвуковыми колебаниями** или просто **инфразвуками**, а колебания, частота которых превышает 20 000 *гц*, называются **ультразвуковыми колебаниями** или просто **ультразвуками.** Таким образом, инфра- и ультразвуки относятся к категории „неслышимых" звуков. Человеческое ухо наиболее чувствительно к звуковым частотам, лежащим примерно в пределах 1000—3000 *гц.*

§ 2. РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЗВУКА В АТМОСФЕРЕ

Акустические волны и лучи

В § 1 настоящей главы было указано, что в газах возникают и распространяются только продольные колебания. Процесс распространения продольных колебаний в газо-

[1] Разложение сложных колебательных движений на простые производится с помощью специальных приборов, называемых анализаторами.

образной среде (в воздухе) называется **звуковой** или **акустической волной.** Акустическая волна распространяется поступательно, удаляясь от источника звука. В этом поступательном движении частицы среды (воздуха) не участвуют; они совершают лишь колебательные движения около положения своего равновесия.

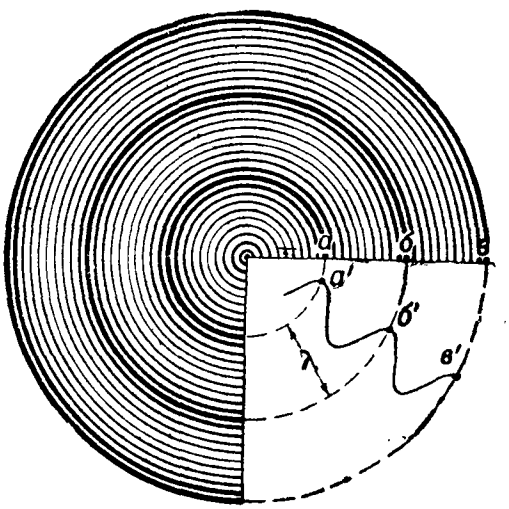


Рис. 6. Схема распространения сферических продольных волн

Рассмотрим идеальный случай возникновения и распространения акустических волн.

Будем считать среду (например, атмосферный воздух) совершенно однородной и неподвижной. В качестве источника колебаний возьмем маленький шарик, обладающий способностью периодически расширяться и сжиматься (так называемый „дышащий" шарик), так что каждая точка поверхности этого шарика будет совершать колебательные движения по направлению его радиуса.

Очевидно, при каждом расширении шарика воздух вокруг его поверхности будет сгущаться, а при каждом сжатии — разрежаться. Вследствие этого колебания частиц воздуха, прилегающих к поверхности шарика, будут передаваться следующим слоям воздуха, от этих последних еще дальше и т. д. Таким образом, во все стороны от этого шарика будет распространяться акустическая волна, причем распространение этой волны будет сопровождаться последовательными сгущениями и разрежениями воздуха (рис. 6).

Такая волна будет распространяться во все стороны с одинаковой скоростью, так что волна будет одновременно достигать точек, одинаково удаленных от центра шарика. Следовательно, в каждый данный момент можно найти ряд точек, находящихся в одинаковой фазе колебания и расположенных на одной сферической поверхности. Такая поверхность, все точки которой находятся в одинаковой фазе колебания, называется **волновой поверхностью.**

Акустические волны в однородной атмосфере имеют поверхность **шаровую (сферическую)** или **плоскую.** Соответственно этому различают волны **шаровые** или **плоские.**

Шаровая волна распространяется в виде концентрических шаровых волновых поверхностей с центром в точке

расположения источника звука. Поверхности шаровой волны проектируются на плоскость в виде концентрических окружностей. Громадное большинство образующихся в атмосфере акустических волн имеет шаровую форму.

Плоская волна распространяется в виде параллельных плоских волновых поверхностей. Источник звука в этом случае находится на линии, перпендикулярной к волновым поверхностям. Плоские волны могут быть образованы колеблющейся плоской пластиной, причем колебания будут распространяться по обе стороны от пластины.

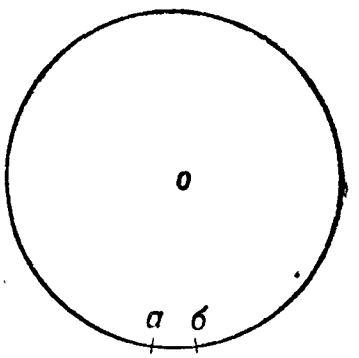


Рис. 7. Небольшой участок сферической волны *аб* принимается за волну плоскую

Отдельные небольшие части шаровой волны на достаточно большом удалении от источника звука могут быть приняты без большой погрешности за плоские волны, например, участок *аб* на рис. 7.

В каждый данный момент направление распространения колебательного движения в данной точке волновой поверхности совпадает с направлением нормали[1] к этой поверхности в той же точке.

Линии, перпендикулярные (нормальные) к последовательным положениям волновых поверхностей и проходящие через точку нахождения источника звука, называются **акустическими лучами.** В частном случае для шаровых волн в однородной и неподвижной атмосфере лучи идут по радиусам, проведенным из центра шаровой волны. Для плоских волн лучи перпендикулярны к волновой поверхности и параллельны между собой. В неоднородной или движущейся атмосфере акустические лучи будут криволинейными, о чем подробно будет сказано в следующем параграфе.

Распространение акустических колебаний сопровождается попеременными сжатиями и разрежениями воздуха. На рис. 8 схематически показано расположение частиц воздуха при прохождении плоской волны в определенный момент времени. В местах наибольшего сгущения частиц воздуха появляется и наибольшее давление его, и наоборот. Колебания давления воздуха в данной точке можно изобразить графически, если по оси абсцисс откладывать время, а по оси ординат — соответствующие изменения

[1] Нормалью к поверхности называется перпендикуляр, проведенный из данной точки поверхности к плоскости, касательной к поверхности в этой точке.

давления, возникающие при прохождении акустической волны (рис. 9).

Из рис. 9 видно, что колебания давления изображаются графически также в виде косинусоиды.

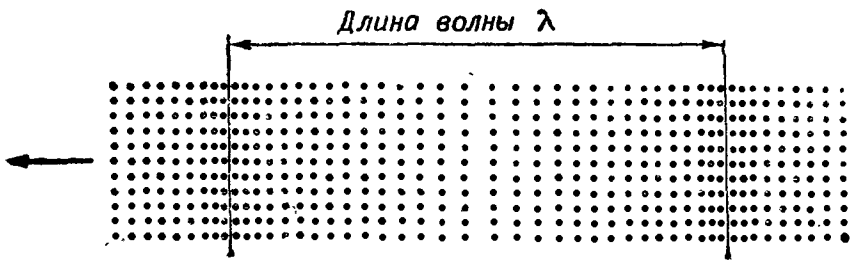


Рис. 8. Схема плоской акустической волны

Расстояние между двумя ближайшими друг к другу частицами, имеющими одну и ту же фазу колебания, называется длиной волны и обозначается через λ (рис. 6 и 8).

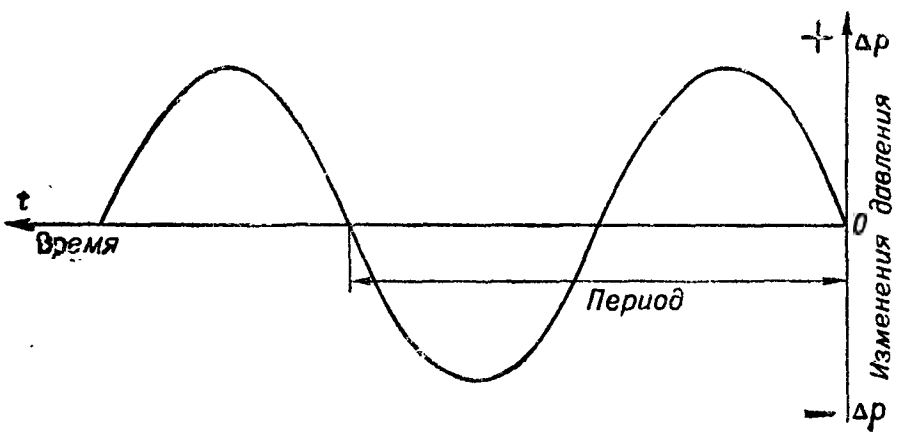


Рис. 9. График изменения давления при прохождении плоской волны

Изменение давления в акустической волне измеряется **в барах. Бар** — единица давления. В системе *CGS*: **1 бар** = = 1 дина на 1 $см^2$ [1].

Бар равен примерно 0,000001 нормального атмосферного давления. Соотношение между баром и 1 *мм* высоты ртутного столба такое: 1 *мм* = 1 333 бара.

Громкий разговор, хлопки в ладоши на расстоянии 1 *м* вызывают давление порядка нескольких бар. Дульная волна 152-*мм* орудия на расстоянии 4 *км* от орудия имеет давление порядка 50 бар, а на расстоянии 10 *км* около 8 бар.

[1] В метеорологии **бар** — единица давления, в миллион раз большая, т. е. 1 **бар** = 1 000 000 *дин/см*^{2}.

Одновременно с изменением давления в данной точке воздушной среды происходит изменение ее температуры. Причиной этого явления служит превращение механической энергии в тепловую при сжатиях; обратное действие происходит при разрежениях. Сжатия и разрежения при прохождении акустической волны возникают и чередуются так быстро, что при весьма малой теплопроводности воздуха возникающая от этого разность температур между соседними слоями воздуха не успевает выравниваться. Следовательно, изменения давления в акустической волне являются **адиабатическим процессом** — процессом без перехода тепла.

Скорость звука в атмосфере при отсутствии ветра

Распространение акустических волн в атмосфере происходит с определенной скоростью, называемой **скоростью звука** (C).

Между скоростью звука C, длиной волны λ и периодом колебаний T или их частотой n существуют следующие соотношения:

$$C = \frac{\lambda}{T}, \text{ или } C = \lambda n,$$

откуда

$$\lambda = \frac{C}{n}. \qquad (5)$$

Следовательно, зная скорость звука и частоту колебаний, всегда можно определить длину волны.

Скорость звука зависит от состояния атмосферы, а именно — от ее упругости p и плотности ρ. Зависимость скорости звука от этих факторов установил еще Ньютон, выразив ее в виде следующей формулы:

$$C = \sqrt{\frac{p}{\rho}}.$$

Однако вычисляемые по этой формуле значения скорости звука не согласуются с опытными данными. По формуле Ньютона скорость звука в „нормальных" условиях оказывается равной 280 *м/сек*. В действительности же она на 18% больше.

Причину такого расхождения объяснил Лаплас. Он показал, что Ньютон считал процесс распространения акустических волн **изотермическим**, т. е. происходящим без изменений температуры, в то время как на самом деле этот процесс является **адиабатическим**. Вследствие повышения и понижения температуры в слоях сжатия и разрежения давление воздуха в этих слоях соответственно увеличивается и уменьшается в большей степени, чем это

предполагал Ньютон. Вследствие этого упругость среды увеличивается и скорость звука оказывается больше, чем при изотермическом процессе.

Лаплас дал следующую формулу для скорости звука:

$$C = \sqrt{\frac{p}{\rho}\varkappa}, \qquad (6)$$

где коэфициент $\varkappa$ можно считать равным показателю адиабаты k, представляющему собой отношение теплоемкости газа при постоянном давлении c_p к его теплоемкости при постоянном объеме c_v:

$$k = \frac{c_p}{c_v}.$$

Опытами установлено, что для сухого воздух $c_p = 0{,}237$ и $c_v = 0{,}169$. Следовательно, $k = \frac{0{,}237}{0{,}169} = 1{,}402$.

Найдем скорость звука в сухом воздухе для „нормальных" условий (температура $t_0^\circ = 0^\circ$ Ц и барометрическое давление $h_0 = 760$ *мм*). Так как воздух упруг только к изменению объема, то в каждый данный момент упругость воздуха равна внешнему атмосферному давлению. Для нормальных условий имеем:

$$p_0 = 10333 \text{ кг/м}^2; \quad \rho_0 = \frac{П}{g} = \frac{1{,}293 \text{ кг/м}^3}{9{,}806 \text{ м/сек}^2},$$

где $П$ — удельный вес воздуха, g — ускорение силы тяжести.

Подставив численные значения p_0, ρ_0 и $\varkappa$ в формулу (6), получим $C_0 = 331{,}5$ *м/сек*.

Соответствующими опытами установлено, что для нормальных условий скорость распространения звука, образующегося при выстрелах из орудий и разрывах снарядов, действительно близка к 331 *м/сек*. Исходя из этого, с достаточной для практики точностью **при работе звуковой разведки берут для нормальных условий скорость звука** $C_0 = 331$ *м/сек*.

Скорость звука в атмосфере в зависимости от температуры и влажности

Из курса физики известно, что скорость звука в сухом воздухе в зависимости от температуры выражается формулой

$$C = C_0\sqrt{\frac{T}{273}}, \qquad (7)$$

где T — абсолютная температура, равная $273 + t^\circ$ (t° — температура воздуха, измеряемая по шкале Цельсия).

Принимая во внимание, что $T = 273 + t°$, получим

$$C = C_0 \sqrt{1 + \frac{t°}{273}}. \qquad (8)$$

При приближенном извлечении корня получаем, что

$$C = C_0 \left(1 + \frac{1}{2} \frac{t°}{273}\right),$$

или, принимая $C_0 = 331$ *м/сек*, получаем:

$$C = 331 + 0{,}6t°. \qquad (9)$$

Например, при $t = +15°$, $C = 331 + 0{,}6 \cdot 15 = 340$ *м/сек*; при $t° = -15°$, $C = 331 - 0{,}6 \cdot 15 = 322$ *м/сек*.

На величину скорости звука влияет не только изменение температуры, но влияет также изменение влажности и давления. Скорость звука в зависимости от температуры, влажности и давления выражается такой формулой:

$$C = C_0 \sqrt{1 + \frac{t° + 76 \frac{e}{h}}{273}}^{1}, \qquad (10)$$

где e — абсолютная влажность, т. е. упругость водяных паров, содержащихся в воздухе, выраженная в миллиметрах ртутного столба;

h — давление воздуха, выраженное в миллиметрах ртутного столба.

Из этой формулы видно, что при $e = 0$ скорость звука $C = C_0 \sqrt{1 + \frac{t°}{273}}$, т. е. получаем опять известную нам формулу (8), где скорость звука зависит только от температуры. Если взять формулу (10) и предположить, что упругость водяных паров увеличилась на 1 *мм*, например, если упругость была равна нулю, а стала равной 1 *мм*, то при h, равном 760 *мм*, скорость звука будет равна $C = C_0 \sqrt{1 + \frac{t° + 0{,}1}{273}}$.

---

[1] Вывод формулы (10) и получение коэфициента 76 при $\frac{e}{h}$ здесь не приводим. Вывод этой формулы можно найти в книге Головина Н. Я. и Таланова А. В. „Звукометрия", изд. Артиллерийской академии, 1938 г., где коэфициент 76 при $\frac{e}{h}$ получается при температуре $t = 30°$.

Отсюда видно, что при изменении упругости водяных паров на 1 *мм* изменяется скорость звука на столько же, на сколько она изменяется при изменении температуры на 0,1°.

Из формулы (9) видно, что на каждый градус увеличения температуры скорость звука увеличивается на 0,6 *м/сек*, следовательно, при увеличении упругости водяных паров на 1 *мм* скорость звука увеличивается на 0,06 *м/сек*.

Выражение $t^\circ + 76\frac{e}{h}$ в формуле (10) принято выражать через t_v, и тогда формула (10) будет иметь вид:

$$C = C_0\sqrt{1 + \frac{t_v}{273}}, \qquad (11)$$

т. е. получаем формулу, очень похожую на формулу (8), где вместо t° стоит t_v[1]. Подставляя t_v в формулу (9) вместо t°, получаем

$$C = C_0 + 0{,}6t_v. \qquad (12)$$

t_v принято называть **виртуальной акустической температурой.**

Виртуальной акустической температурой называется такое значение температуры сухого воздуха, при котором скорость звука имеет ту же величину, что и при действительных условиях температуры и влажности. Из выражения $\left(t^\circ + 76\frac{e}{h}\right)$ видно, что виртуальная акустическая температура всегда больше измеренной температуры воздуха t. Формулы (11) и (12) выражают зависимость скорости звука от виртуальной акустической температуры или, что то же самое, от температуры и влажности.

Заметим, что в артиллерийской практике для учета плотности воздуха применяют так называемую **виртуальную температуру. Виртуальной температурой** называется такая рассчитываемая температура сухого воздуха, при которой плотность его равна плотности данного влажного воздуха. Эта виртуальная температура по своему значению мало отличается от акустической виртуальной температуры, поэтому, чтобы не вводить лишних терминов и упростить производство расчетов, в практике работы звуковой разведки условились пользоваться виртуальной температурой.

---

[1] На основе формулы (11) составлена таблица (см. приложение 1) В боевой работе подразделений звуковой разведки с достаточной для практики точностью скорость звука берут в целых метрах, поэтому в указанной таблице значения скоростей звука округлены до 1 *м/сек*.

Определение значений виртуальной температуры производится по таблице, данной в приложении 2[1], в которой значения измеренной температуры воздуха и значения поправок даны в градусах.

Из таблицы, данной в приложении 2, видно, что при $t < +5°$ практически можно считать $t_v = t°$.

При пользовании таблицей для определения скорости звука (приложение 1) надо брать значения виртуальной температуры.

Изменение давления воздуха почти не влияет на изменение скорости звука. Например, с увеличением давления воздуха на 1 *мм* при средней влажности около 6 *мм* скорость звука уменьшается только на 0,0005 *м/сек*.

Скорость звука при наличии ветра

Приступая к рассмотрению вопроса о влиянии ветра на скорость распространения звука, условимся считать атмосферу однородной и ветер на некотором ограниченном пространстве постоянным как по величине, так и по направлению. Кроме того, будем полагать, что ветер дует в горизонтальном направлении. При однородной атмосфере звуковая волна будет сохранять в ней свою сферическую форму (несмотря на движение самой атмосферы).

Определим теперь скорость звука в зависимости от ветра, если последний дует под каким-либо углом к направлению наблюдатель — источник звука.

Пусть, например, источник звука находится в точке S (рис. 10), а наблюдатель в точке M и пусть ветер дует в направлении, указанном на рис. 10 стрелкой.

За время t, пока звук распространяется до точки M, центр звуковой волны переместится в точку S_1 на величину Wt. Опустим теперь перпендикуляр из точки S_1 на направление SM и обозначим основание перпендикуляра через N. Угол между направлением MS и направлением ветра обозначим через γ, а угол между направлением MS и MS_1 — через $\Delta\alpha_W$. Наблюдатель, стоящий в точке M, определит направление на точку S_1, так как S_1M есть луч звуковой волны с центром в точке S_1. При отсутствии

---

[1] Значения поправок рассчитаны по формуле

$$\Delta t = 0{,}378\frac{e}{h}T,$$

где e — относительная влажность, равная 50%. См. учебник **Наумова А. А.**, Артиллерийская метеорологическая служба, изд. Артиллерийской академии, 1939 г.

ветра звук из точки S_1 дойдет до наблюдателя за время t, поэтому отрезок S_1M будет равен Ct.

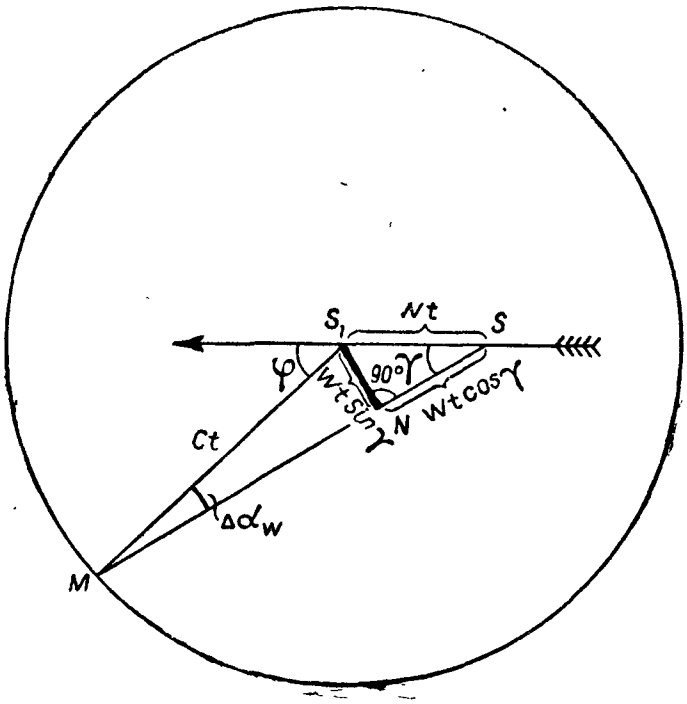


Рис. 10. Смещение центра акустической волны по направлению ветра

В прямоугольном треугольнике MNS_1 (рис. 10) сторона $MN = Ct\cos\Delta\alpha_W$, а в прямоугольном треугольнике SNS_1 сторона $NS = Wt\cos\gamma$. Но так как сторона SM треугольника SMS_1 равна $MN + NS$, то

$$SM = t(C\cos\Delta\alpha_W + W\cos\gamma). \qquad (13)$$

Величина, стоящая в скобках, и является скоростью звука с учетом ветра.

Заметим, что угол $\Delta\alpha_W$ мал, поэтому с достаточной для практики точностью можно считать $\cos\Delta\alpha_W = 1$. Следовательно, скорость звука в зависимости от ветра можно выразить формулой

$$C_W = C + W\cos\gamma, \qquad (14)$$

где C — скорость звука при данной виртуальной температуре.

Но ветер не только изменяет скорость звука, он влияет также непосредственно на определение направления на источник звука. Действительно, как выше уже указывалось, наблюдатель, стоящий в точке M, определяя направление на точку S_1, сделает ошибку на угол $\Delta\alpha_W$.

Из прямоугольного треугольника MNS_1 видно, что

$$\sin \Delta\alpha_W = \frac{NS_1}{Ct},$$

но в прямоугольном треугольнике SNS_1 отрезок $NS_1 = Wt \sin \gamma$. Подставив в последнюю формулу значение NS_1 и сократив правую часть на t, получим:

$$\sin \Delta\alpha_W = \frac{W}{C} \sin \gamma. \qquad (15)$$

При $W = 10$ *м/сек*, $C = 331$ *м/сек* и угле γ, близком к 90°, $\sin \Delta\alpha_W$ будет порядка 0,03 и угол $\Delta\alpha_W$ будет порядка 30 делений угломера.

Величину $W \cos \gamma$ будем называть продольной слагающей ветра и соответственно этому $W \sin \gamma$ — боковой слагающей ветра. Продольная слагающая ветра будет изменять скорость звука, а боковая будет отклонять центр звуковой волны в сторону.

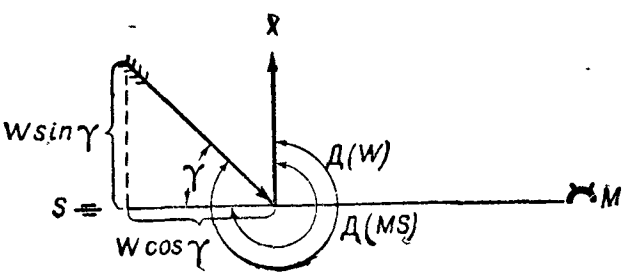


Рис. 11. Схема определения угла γ, продольная и боковая слагающие ветра

Угол γ (или равный ему вертикальный угол) определяется по формуле

$$\gamma = Д(W) - Д(MS), \qquad (16)$$

где $Д(W)$ — дирекционный угол ветра и $Д(MS)$ — дирекционный угол направления от наблюдателя (от звукопоста) на источник звука (рис. 11).

Из формулы (14) и рис. 11 видно, что при $\gamma = 0$, т. е. когда ветер дует от источника звука к наблюдателю, $\cos \gamma = 1$ и $C_W = C + W$; при $\gamma = 90°$, т. е. когда ветер дует перпендикулярно к направлению от источника звука на звукопост, $\cos \gamma = 0$ и $C_W = C$ и, наконец, при $\gamma = 180°$, т. е. когда ветер дует от звукопоста к источнику звука, $\cos \gamma = -1$ и $C_W = C - W$. Ввиду того, что направление ветра определяется с большими ошибками (срединная ошибка порядка 10°), в формуле (16) вместо значений дирекционного угла ветра можно брать значения буссоли ветра.

Величины $W\cos\gamma$ можно определять по таблице, данной в приложении 6.

Заметим, что при определении скорости звука по формуле (14) нам угол γ неизвестен, так как неизвестно направление SM (рис. 10). В момент подхода звуковой волны к наблюдателю нам известен только угол φ, составленный направлением ветра и направлением S_1M. Угол φ, как внешний угол треугольника SMS_1, равен сумме двух углов, с ним несмежных, т. е. угол

$$\varphi = \gamma + \Delta\alpha_W.$$

Но ввиду того, что угол $\Delta\alpha_W$ мал, без большой погрешности можно считать $\varphi = \gamma$.

Выше в наших рассуждениях мы допускали, что на определенном участке местности ветер постоянен по скорости и по направлению. В действительности же ветер обычно дует с порывами и неустойчив по направлению. На рис. 128 (см. главу VIII) дана запись ветра, из которой видно, что ветер иногда в течение долей секунды изменяется на значительную величину. Поэтому на практике обычно определяют среднее значение ветра за некоторый промежуток времени. Кроме того, мы допускали, что ветер постоянен в одной горизонтальной плоскости, в действительности же ветер, как правило, с высотой изменяется, причем это изменение происходит по направлению и по величине. В зависимости от этого меняется с высотой и скорость звука. Это положение приходится учитывать при работе звуковой разведки, о чем более подробно сказано в главе III.

§ 3. ЗВУКОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ, ВОЗНИКАЮЩИЕ ПРИ ВЫСТРЕЛЕ

Ударные волны

Звуковая разведка в артиллерии имеет дело со звуками выстрелов, разрывов снарядов и мин. Каждый выстрел влечет за собой образование двух, а иногда и трех волн: 1) дульной волны, 2) волны разрыва (падения) снаряда и 3) баллистической волны. Последняя получается в тех случаях, когда скорость полета снаряда больше скорости звука.

Все эти волны относятся к типу **ударных волн.**

Ударные волны возникают обычно при взрывах, выстрелах и других явлениях, сопровождающихся резким нарушением состояния упругой среды. Взрывчатое вещество при взрыве почти мгновенно переходит в газообразное состояние. Образовавшиеся газы, имея очень высокую температуру (несколько тысяч градусов), в первый момент взрыва занимают почти тот же объем, что и взрывчатое вещество,

поэтому они сильно уплотнены и, следовательно, обладают большой упругостью. Расширяясь с большой скоростью, они резко толкают окружающие частицы, отбрасывая их во все стороны. Соседние частицы воздуха не успевают сразу же притти в движение, поэтому вокруг очага взрыва образуется слой сильно уплотненного воздуха — слой увеличенного давления. Вследствие дальнейшего расширения газов этот слой будет перемещаться, удаляясь во все стороны от очага взрыва. **Процесс распространения слоя увеличенного давления и называется ударной волной.** От этого процесса следует отличать перемещение самих частиц воздуха. Дело в том, что окружающие очаг взрыва частицы воздуха силой взрыва отбрасываются во все стороны и на их место становятся частицы газообразных продуктов взрыва. Отброшенные взрывом частицы воздуха не могут удаляться от очага взрыва на значительное расстояние, так как встречают со стороны окружающих масс воздуха большое сопротивление.

Расширившиеся газообразные продукты взрыва охлаждаются, и в том месте, где первоначально было сгущение, происходит разрежение. В это разреженное пространство устремляются со всех сторон окружающие массы воздуха и образуют новое сгущение, значительно слабее первого. Вслед за этим происходит новое расширение и т. д. Такие колебания в состоянии среды постепенно, хотя и в очень короткий промежуток времени, затухают, и давление в среде становится нормальным. В то же время слой с увеличенным давлением распространяется все дальше и дальше.

Таким образом, ударная волна не представляет собой волны колебательного движения и, по существу, не является акустической волной. Однако, как всякое возмущение упругой среды, она становится источником образования акустической волны.

Чем быстрее происходит взрыв, тем быстрее нарастает давление. Небольшое количество взрывчатого вещества при взрыве быстрее превращается в газообразное состояние, поэтому ударная волна в этом случае бывает более резкая, чем при взрыве большого количества взрывчатого вещества. Отсюда становится понятным, почему выстрелы орудий малых калибров кажутся на слух более резкими, чем выстрелы орудий крупных калибров.

Разность между максимальным давлением в ударной волне и нормальным давлением атмосферы называется **амплитудой** давления ударной волны.

Скорость распространения ударной волны в большой степени зависит от ее амплитуды. В первый момент амплитуда давления ударной волны очень велика, она измеряется сотнями и тысячами атмосфер. Но по мере распро-

стрнения ударной волны энергия ее вследствие поглощения воздушной средой убывает, а вместе с ней уменьшается амплитуда давления и скорость ее распространения; чем ближе амплитуда давления к амплитуде акустической волны, тем ближе скорость распространения ударной волны к скорости распространения акустической волны. Наконец, амплитуда ударной волны делается равной нескольким сотням (десяткам) бар, и тогда ударная волна превращается в обычную акустическую волну.

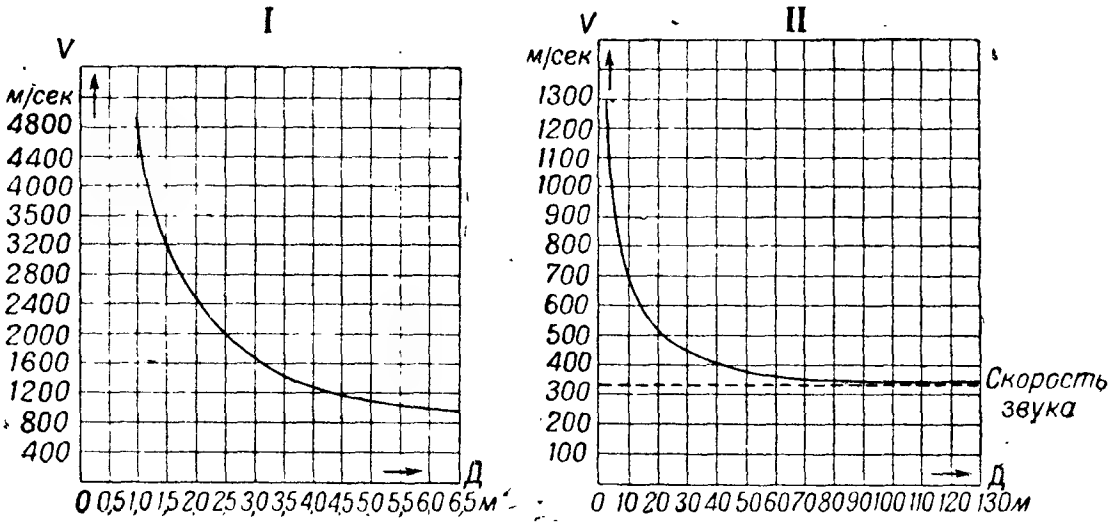


Рис. 12. Изменение скорости ударной волны в зависимости от расстояния

На рис. 12 приведено два графика, выражающие зависимость скорости ударной волны от расстояния. Графики показывают, что вблизи очага взрыва скорость ударной волны достигает 5 000 *м/сек*, а на удалении 6—7 *м* скорость уменьшается до 900 *м* и на удалении 100 *м* делается примерно равной скорости звука. Колебательные движения, вызываемые ударными волнами, относятся к типу сложных колебательных движений. В них наряду с колебаниями низких частот (инфраколебаниями) имеется ряд колебаний высоких частот. Колебания высоких частот при распространении их в атмосфере быстро затухают, и на удалении нескольких десятков километров, а при средних и плохих условиях слышимости на удалении нескольких километров распространяются колебания только низких частот.

Слуховое ощущение, вызываемое ударной волной в виде резкого изменения давления, называется ударом. Удар отличается от звука и сводится к ощущению механического толчка о барабанную перепонку уха и кости головы. Слышимость ударной волны объясняется также наличием в ударной волне колебаний высоких частот. Аппаратура звуковой

разведки позволяет регистрировать с некоторым искажением изменения давления среды при прохождении через точку стояния звукоприемника ударных или акустических волн, порожденных этими ударными волнами. Запись эта представляет собой график, на котором по оси абсцисс отложено время, а по оси ординат — давление среды (рис. 13).

В акустической волне, порождаемой ударной волной, различают **фронт, тыловую поверхность** и **глубину. Фронтом волны** называется поверхность, которая проходит

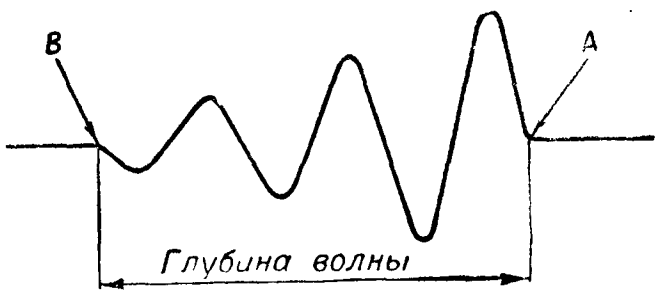


Рис. 13. Запись акустической волны

через точки среды, выходящие из состояния равновесия при прохождении волны. Фронту волны на рисунке 13 соответствует точка *A*.

Тыловой поверхностью волны называется поверхность, проходящая через точки среды, возвращающиеся в состояние равновесия после прохождения волны. На рис. 13 тыловой поверхности волны соответствует точка *B*. Расстояние между фронтом и тыловой поверхностью волны выражают в секундах и называют **глубиной** волны. Глубина волны в зависимости от количества взрывчатого вещества и от удаления очага взрыва измеряется от десятых долей секунды до целых секунд.

Таким образом, в отличие от акустических волн, которые характеризуются малыми амплитудами давления (измеряемыми единицами-сотнями бар) и постоянной скоростью распространения, ударные волны характеризуются большими амплитудами давления, измеряемыми в атмосферах, и большими скоростями распространения вблизи очага взрыва.

Дульная волна

Дульная волна возникает при выстреле из орудия (миномета). Эта волна образуется вблизи дула орудия, поэтому и называется **дульной**. Причинами образования дульной волны являются: 1) газы, выбрасываемые из ствола орудия под большим давлением; 2) взрыв продуктов неполного

сгорания, выбрасываемых из ствола орудия; 3) удар снаряда о среду при вылете его из орудия со скоростью, большей скорости звука, и, наконец, 4) вибрация ствола орудия при выстреле.

Первые три причины образования дульной волны являются основными. Выбрасываемые из канала орудия газы, а также продукты неполного сгорания и сам снаряд направлены вперед, поэтому, казалось бы, дульная волна должна иметь не сферическую, а несколько вытянутую вперед форму. Однако ввиду больших дальностей засечки дульную волну можно считать сферической с центром не у самого дула орудия, а несколько впереди его. Удаление центра дульной волны от дульного среза орудия увеличивается с увеличением начальной скорости снаряда. У пушек, стреляющих с большими начальными скоростями, это удаление достигает 15—20 *м*. Дульная волна, как и всякая ударная волна, порождает акустическую волну, имеющую сложный вид колебательных движений (см. рис. 5).

В дальнейшем акустическую волну, порождаемую дульной волной, будем называть просто „дульной волной". Подобно этому акустические волны, порождаемые балистической волной и волной разрыва и падения снаряда (мины), будем просто называть „балистической волной" и „волной разрыва" или „падения снаряда" („падения мины").

При стрельбе реактивных минометов образуются волны, соответствующие началу и концу горения реактивного заряда. Расстояние между началами записей этих волн зависит от системы мины и начальной скорости ее и определяется по времени в несколько десятков долей секунды, о чем подробнее сказано в § 14 главы IX.

Зависимость давления в дульной волне от величины угла, составленного направлением плоскости стрельбы и данным направлением

Давление в дульной волне распространяется не во все стороны одинаково. С увеличением угла между плоскостью стрельбы и данным направлением давление уменьшается. Если взять точки, равноудаленные от орудия, то давление впереди будет раза в два-три больше, чем сзади. Это объясняется тем, что при вылете газов из орудия они сильно устремляются вперед, создавая впереди себя область больших давлений. Зависимость давления в дульной волне от направления показана на рис. 14, на котором даны записи дульной волны одной и той же пушки калибра 270 *мм*. На верхнем графике дана запись, полученная в то время, когда звукоприемник стоял впереди орудия, в 4000 *м* от него; на нижнем же графике дана запись, полу-

чения в то время, когда звукоприемник стоял сзади, в 1 600 *м* от орудия.

Если измерить расстояние от орудия до точек, в которых давления одинаковы, то получим график, представленный на рис. 15. Из сказанного следует, что в боевой обстановке, если позволяют условия, звукоприемники лучше располагать несколько сзади или сбоку от своих орудий. Но это надо делать не за счет уменьшения дальности засечки батарей противника.

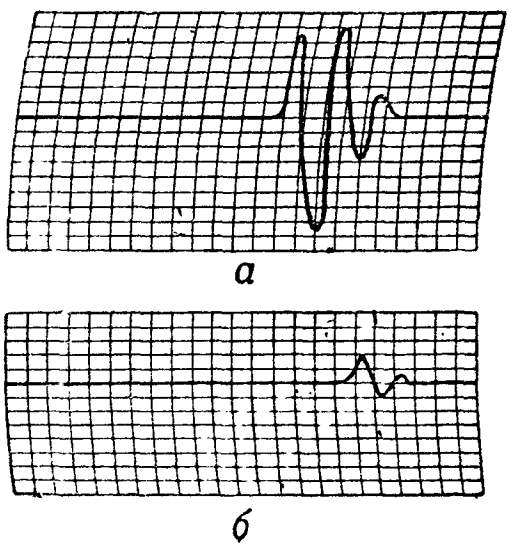


Рис. 14. Запись дульной волны 27-*см* пушки на одной и той же стрельбе:

а — звукоприемник стоял впереди орудия в 4000 *м* и в плоскости стрельбы; *б* — звукоприемник стоял сзади орудия в 1600 *м* и также в плоскости стрельбы

Влияние калибра и веса заряда на давление в дульной волне

Опыты показывают, что у пушек различных калибров, стреляющих с примерно одинаковыми начальными скоростями и давлениями в канале орудия, амплитуды давления в дульных волнах приблизительно пропорциональны величинам зарядов.

На рис. 16 даны записи дульных волн пушек различных калибров, имеющих примерно одинаковые начальные скорости V_0 и давления P в канале орудия, но разные заряды ω.

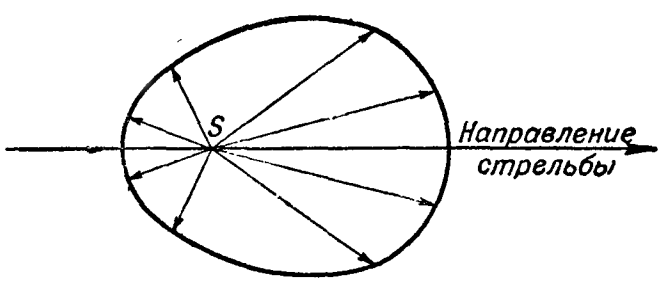
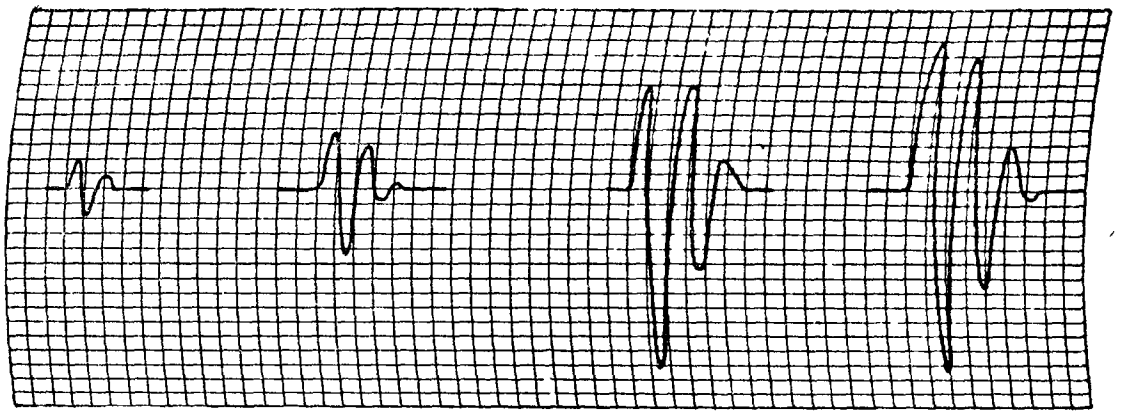


Рис. 15. Распределение давления в дульной волне

Записи эти получены при одинаковых метеорологических условиях и при одинаковых удалениях от звукоприемников.

Из рис. 16 видно, что амплитуды записей дульных волн пушек различны. Это обстоятельство помогает отчасти разобраться в записях дульных волн орудий противника



14-см пушка	18-см пушка	24-см пушка	27-см пушка
$\omega = 8{,}2$ кг	$\omega = 19{,}5$ кг	$\omega = 58$ кг	$\omega = 69$ кг
$P = 2400$ кг	$P = 2700$ кг	$P = 2400$ кг	$P = 2650$ кг

Рис. 16. Записи дульных волн пушек различных калибров

и дает возможность определить калибр орудия. Однако к этому надо относиться очень осторожно, так как давление в дульной волне, кроме калибра и заряда, зависит еще от давления в канале орудия, начальной скорости и расстояния.

Вследствие этого от орудий меньших калибров, но с большим давлением в канале орудия и большей начальной скоростью амплитуды записей могут быть больше, чем от орудий больших калибров, но с меньшим давлением в канале орудия и меньшей начальной скоростью. Так, например, дульная волна 370-*мм* гаубицы с давлением в канале 1 700 *кг* и начальной скоростью 470 *м/сек* на удалении 4 *км* имела давление 230 бар, а дульная волна 240-*мм* пушки с давлением в канале 2 500 *кг* и начальной скоростью 805 *м/сек* при том же удалении имела давление в два раза больше, т. е. 460 бар, хотя заряды обоих орудий были примерно одинаковы. Кроме того, от орудий больших калибров, находящихся на большом удалении от звукоприемников, можно получить записи с одинаковыми и даже меньшими амплитудами, чем от орудий меньших калибров, но находящихся ближе к звукоприемникам.

Для определения калибра орудия при разных дальностях засечки надо сначала определить дальности до засекаемых орудий, а затем уже и калибр их.

Вес заряда у гаубицы обычно меньше, чем у пушки того же калибра, а поэтому давление дульной волны гаубицы меньше дульной волны пушки, вследствие чего и дальность засечки гаубицы меньше дальности засечки пушки.

Следует отметить, что частоты колебаний дульных волн разных калибров орудий на удалениях нескольких кило-

метров мало отличаются между собой. Поэтому по частоте колебаний трудно отличить запись одного калибра орудия от другого.

Дульные волны при стрельбе без пламени

При стрельбе без пламени, как и следовало ожидать, давление в дульной волне получается слабее, нежели при стрельбе с пламенем. Здесь отсутствует один из основных источников образования волны — взрыв продуктов неполного сгорания при вылете их из орудия. Но, несмотря на отсутствие этого источника, волна получается все же достаточно мощной, и, как показывает опыт Великой Отечественной войны, выстрелы без пламени засекались так же хорошо, как и с пламенем.

Балистическая волна

Балистическая волна порождается летящим снарядом в тех случаях, когда скорость снаряда превышает скорость звука. Врезаясь с большой скоростью в воздух, снаряд непрерывно сталкивается с частицами воздуха, в ре-

Рис. 17. Фотография балистической волны

зультате чего перед головной частью снаряда происходит сильное сжатие воздуха (головная волна). На рис. 17 дана фотография балистической волны, на которой ясно видна сгущенная часть воздуха перед головной частью снаряда (пули). Если скорость полета снаряда меньше скорости звука, ударная волна не возникает. Когда же снаряд летит со скоростью, превышающей скорость звука, то сжатие воздуха перед головной частью снаряда делается настолько

сильным, что оно вызывает достаточно ощутимую волну, напоминающую собой взрыв или выстрел из орудия.

Чтобы получить более ясное представление об образовании балистической волны, обратимся к рис. 18.

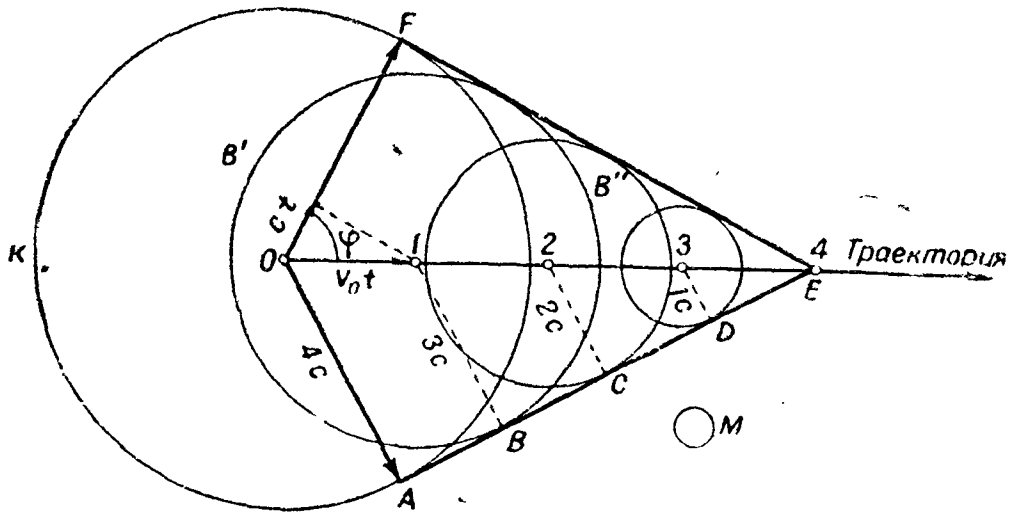


Рис. 18. Схема образования балистической волны

Для простоты рассуждения допустим, что снаряд движется прямолинейно и равномерно и к концу 4-й секунды достигает точки *4*. На рис. 18 окружностями показано положение волн, порождаемых снарядом в точках *0*, *1*, *2* и *3* к моменту, когда снаряд достигает точки *4*[1]. Дульная волна, возникшая в тот момент, когда снаряд находился в точке *0*, успеет распространиться за это время на расстояние *4C* и займет положение *AKF* с центром в точке *0*. Через 1 секунду снаряд будет в точке *1*. Здесь произойдет сжатие воздуха, которое, как и всякое возмущение упругой среды, станет источником колебаний, распространяющихся в однородной среде в виде сферической волны. Таким образом, волна, возникшая в точке *1*, к концу 4-й секунды успеет распространиться на расстояние *3C* и займет положение *BB'B''* с центром в точке *1*.

Подобные построения можно произвести для любых точек траектории между точками *0* и *4*. Складываясь друг с другом, все эти волны дадут сильное уплотнение (скачок уплотнения) на обертывающей их поверхности *AEF*. Эта поверхность и представляет собой **фронт балистической волны**, имеющий форму конуса с вершиной в точке нахождения снаряда. Уплотнение в балистической волне хорошо видно на моментальных фотографиях летящих снарядов (см. рис. 17). Балистическая волна назад от ору-

[1] Точки *1*, *2*, *3* и *4* на рис. 18 соответствуют 1, 2, 3 и 4-й секундам полета снаряда.

дия не распространяется. Она наблюдается только в секторе с углом AOF (рис. 18). **Сектор этот называется сектором раздельной слышимости балистической волны.**

Угол AOF образуется лучами, идущими из точки O к точкам касания фронта балистической волны и дульной волны (A и F). В пределах этого угла балистическая и дульная волны будут восприниматься отдельно друг от друга, причем балистическая волна будет слышима раньше дульной. Если звукоприемник поставить в точку M, то до него дойдет сначала балистическая, а затем дульная волна, и на регистрирующем приборе будут получены две записи. В точках A и F обе волны сливаются. Косинус угла φ, где угол φ равен половине угла AOF, определяется по формуле

$$\cos \varphi = \frac{Ct}{v_0 t} = \frac{C}{v_0}. \qquad (17)$$

Зная скорость звука C и начальную скорость полета снаряда v_0, нетрудно определить угол φ, т. е. определить сектор слышимости балистической волны (угол 2φ). В плоскости земной поверхности сектор этот будет несколько меньше и будет измеряться углом 2ψ (рис. 19). Чем больше угол бросания θ_0, тем меньше угол ψ; при угле бросания, близком к φ, он приближается к нулю.

Рассматривая нижнюю часть рис. 19, мы видим, что балистическая волна опережает дульную, причем величина опережения зависит не только от начальной скорости снаряда и угла θ_0, но и от положения наблюдателя (звукоприемника) относительно плоскости стрельбы.

Это ясно видно при рассмотрении отрезков KH и $K'H'$ на рис. 19, при условии, что звукоприемники находятся в точках H и H'.

Чем ближе расположен звукоприемник к плоскости стрельбы, тем больше запись балистической волны опережает запись дульной волны (рис. 20), и чем ближе расположен звукоприемник к направлениям OA и OF (рис. 18), тем ближе запись балистической волны к записи дульной. Кроме этого, запаздывание дульной волны зависит от дальности. При больших дальностях и больших начальных скоростях запаздывание может достигнуть нескольких секунд.

На рис. 20 даны записи дульной и балистической волны 122-*мм* пушки при стрельбе полным зарядом при дальности засечки порядка 7 *км*; траектория стрельбы проходила примерно через второй звукопост.

Колебания, порождаемые балистической волной, так же как и дульной, являются сложными колебаниями. Наиболее мощными являются колебания с частотой

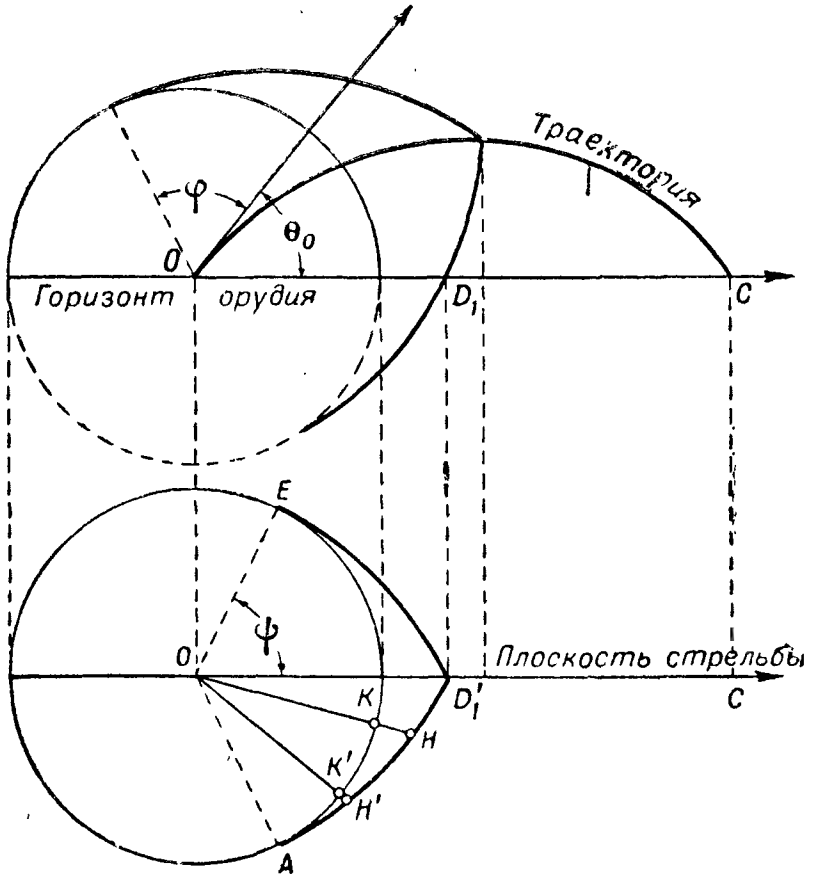


Рис. 19. Вид балистической волны в плоскости стрельбы и в плоскости горизонта орудия

порядка 100—150 колебаний в секунду. Давление, развиваемое балистической волной, обычно невелико, и она распространяется на гораздо меньшие расстояния, чем дульная волна. Но так как балистическая волна зарождается вверху, в более однородной атмосфере, и так как точка ее зарождения находится обычно ближе к звукоприемникам, чем точка стояния засекаемого орудия, то записи балистической волны получаются обычно хорошими.

На слух балистическая волна кажется более резкой, чем дульная.

Направление на источник звука определяется по дульной волне. Балистические волны являются в этом случае помехой [1]. Благодаря разности частот основных колебаний дульной и балистической волн удается в большинстве случаев отличить запись балистической волны от дульной (см., например, рис. 20). Однако в зависимости от состояния атмосферы такого резкого различия в записях волн иногда не получается.

---

[1] Место орудия можно определить и по балистической волне, но решение этой задачи на практике представляет большие трудности.

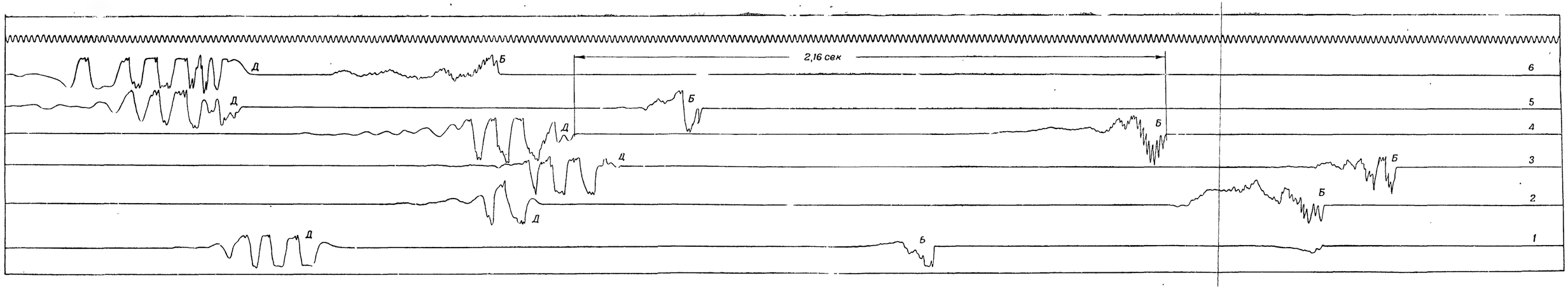


Рис. 20. Записи дульной и баллистической волн 122 *мм* пушки

Волна разрыва и падения снаряда

При разрыве снаряда образуется ударная волна, которую называют волной **разрыва снаряда.** Источником этой волны является взрыв разрывного заряда. Мощность этой волны зависит от веса разрывного заряда, от грунта, на который падает снаряд, и от глубины его проникновения в землю. Чем ближе к поверхности земли разрывается снаряд, тем более мощная звуковая волна образуется при его разрыве. По волне разрыва снаряда определяют место этого разрыва. Для лучшей слышимости желательно, чтобы снаряды разрывались в воздухе.

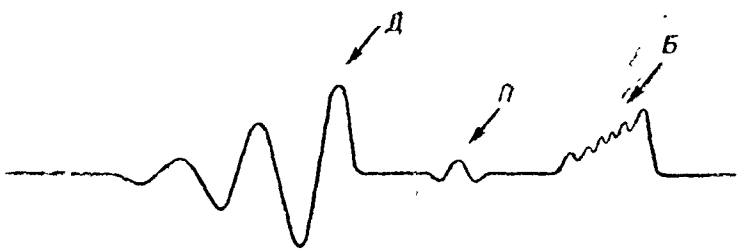


Рис. 21. Запись баллистической волны, волны падения снаряда и дульной волны

Практика работы показывает, что мощность волн разрывов снарядов раза в полтора меньше мощности дульных волн при стрельбе из пушек тех же калибров и примерно равна мощности дульных волн при стрельбе из гаубиц.

Отсюда и дальность засечки разрывов снарядов будет примерно одинаковой с дальностью засечки выстрелов из гаубиц и раза в полтора меньше дальности засечек выстрелов из пушек.

На ленте звукометрической станции очень трудно отличить запись дульной волны от записи волны разрыва снаряда, в особенности при условиях пониженной слышимости.

Кроме волны разрыва снаряда наблюдается волна **падения снаряда.** Эта волна порождается ударом снаряда о преграду. При разрыве снаряда волна падения сливается с волной разрыва. При падении неразорвавшегося снаряда волна падения распространяется самостоятельно. Однако мощность этой волны очень мала, вследствие чего волна падения распространяется на очень короткие расстояния и для звуковой разведки большого интереса не представляет. На рис. 21 даны для сравнения записи баллистической волны *Б,* дульной волны *Д* и волны падения снаряда *П.*

§ 4. СЛЫШИМОСТЬ ЗВУКОВ В АТМОСФЕРЕ

Влияние на слышимость состояния атмосферы

Звуковая засечка батарей противника и разрывов снарядов своей артиллерии обеспечивается лишь при достаточной слышимости звуков выстрелов и разрывов. Эта слышимость находится в тесной зависимости от метеорологического состояния атмосферы, а также от условий местности. Чтобы правильно использовать средства звуковой разведки в соответствии с условиями погоды и местности, нужно знать причины, порождающие те или иные условия слышимости.

Слышимость мы будем здесь понимать в широком смысле, не только с точки зрения воздействия акустических колебаний на слуховые органы человека, но и с точки зрения воздействия этих колебаний на звукоприемники. В этом случае „слышимость" будет определяться энергией акустических колебаний, достигающих звукоприемников.

Известно, что сильные звуки при одинаковых условиях распространения слышны дальше, чем слабые. Так как сила (интенсивность) звука определяется величиной амплитуды давления в звуковой волне, то и слышимость в указанном выше смысле зависит прежде всего от амплитуды давления в момент подхода волны к звукоприемнику.

Известно также, что амплитуда давления в звуковой волне убывает с увеличением расстояния от источника звука, а следовательно, с увеличением расстояния ослабевает и слышимость. Уменьшение амплитуды давления в сферической волне зависит от двух причин.

Во-первых, по мере распространения такой волны поверхность ее увеличивается, поэтому в колебательное движение должно быть приведено все большее число частиц среды, на что затрачивается первоначально полученная энергия волны. Во-вторых, энергия звуковой волны поглощается средой, в которой она распространяется.

Поглощение энергии акустических колебаний средой находится в сильнейшей зависимости от частоты колебаний, а следовательно, и от длины волны. Энергия колебаний высокой частоты поглощается больше, чем энергия колебаний низкой частоты, поэтому колебания низкой частоты при одних и тех же условиях распространяются на более далекие расстояния, чем колебания высокой частоты.

Большое влияние на „слышимость" инфразвуков оказывает **диффузия** (рассеяние) звуковой энергии.

Рассеяние звуковой энергии происходит вследствие неоднородности атмосферы, которая обусловливается в основном разнообразием физического состояния отдельных ее частей.

В разнообразии физического состояния атмосферы главную роль играет температурная неоднородность ее. Немалую роль в этом отношении играет также неоднородность самой атмосферы, вызываемая турбулентным состоянием ее.

Разнообразие температур в различных точках небольшого участка атмосферы объясняется неравномерностью распределения суши и водных пространств, условиями подстилающей поверхности, рельефом местности, наличием облаков и т. п.

Турбулентностью атмосферы называется завихренное состояние атмосферного воздуха, который почти никогда не бывает в состоянии покоя. Вихревые образования развиваются беспорядочно. Они беспрестанно зарождаются и исчезают. Турбулентное состояние атмосферы бывает наиболее выраженным при наличии восходящих и нисходящих воздушных потоков, т. е. летом в часы наибольшего нагрева земной поверхности и в особенности при грозовом состоянии атмосферы.

Звуковая волна, попадая в такие неоднородные участки атмосферы, претерпевает многократные преломления и отражения. Отраженные волны интерферируют одна с другой и частично уничтожаются. Акустические колебания начинают распространяться в различных направлениях. В результате звуковая энергия рассеивается.

Влияние на слышимость подстилающей поверхности, рельефа местности и местных предметов

Подстилающая поверхность, рельеф местности и местные предметы оказывают двоякое влияние на слышимость. С одной стороны, подстилающая поверхность, рельеф местности и местные предметы могут способствовать неоднородности атмосферы, с другой — они могут являться препятствием для прохождения звуковых волн.

Различная подстилающая поверхность обладает различной теплопроводностью и по-различному поглощает солнечную энергию, вследствие чего температура слоев воздуха, прилегающих к различным подстилающим поверхностям, получается различной. Например, в летнее жаркое время при сильном нагревании подстилающей поверхности солнцем получаются большие разности в температурах

поверхности воды и суши. Вследствие этого над водными пространствами развиваются нисходящие токи, а над сушей восходящие токи воздуха, у берегов же создаются завихрения. Кроме того, ввиду разности температур скорость звука над водной поверхностью отличается от скорости звука над сушей. Все это вместе взятое влияет не только на слышимость, но и на вид самой волны, вследствие чего в конечном результате точнос ть работы звуковой разведки снижается.

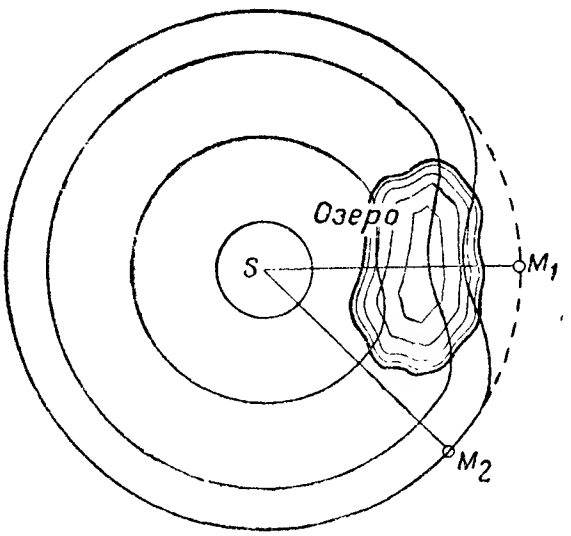


Рис. 22. Деформирование звуковой волны при ее прохождении в летнее жаркое время над озером

На рис. 22 представлена схема прохождения звуковой волны над озером. Из рисунка видно, что ввиду искажения волны (деформации) последняя приходит к звукоприемнику M_2 раньше, чем к звукоприемнику M_1, в то время как при шаровой волне (на рис. 22 показано пунктиром) последняя приходит к обоим звукоприемникам одновременно.

Таким образом, при наличии значительных водных пространств (широких озер, болот) между источниками звука и звукоприемниками в летнее время создаются неблагоприятные условия для работы звуковой разведки.

Разнообразие температур в слое, прилегающем к поверхности земли, вызывает образование отдельных кучевых облаков, вследствие чего создаются резкие тени на поверхности земли. Наоборот, при сплошной облачности температура выравнивается и атмосфера становится более однородной.

При наличии больших неровностей и крупных местных предметов изменяются направление и скорость ветра, что в свою очередь вызывает изменение в строении звуковой волны.

На рис. 23 сплошной линией показано изменение фронта волны в связи с изменением скорости и направления ветра под влиянием рельефа местности; пунктирной линией на участке $a — в$ показано нормальное положение волны.

Вполне понятно, что при наличии на местности участков, способствующих разнообразию температур, и ветра

вблизи земной поверхности искривление фронта волны может стать весьма сложным.

У дульных волн и волн разрывов, превращающихся в инфразвуковые волны большой длины (порядка 20—50 *м*), сильно выражена **дифракция**, так как чем больше длина волны по сравнению с размерами препятствий, тем сильнее происходит огибание волной этих препятствий. Поэтому мелкие неровности земной поверхности, небольшие мелкие местные предметы, размеры которых не превышают длины таких волн (кустарник, невысокий лес, невысокие отдельные строения и т. п.), не являются препятствиями для дульных волн. Однако из этого не следует, что подобного рода местные предметы и неровности не оказывают никакого влияния на слышимость. Вследствие многократных отражений от таких местных предметов безусловно ослабляется слышимость и искажаются записи звукометрической аппаратуры. В глубине большого леса сильно сказывается диффузия (рассеяние) звука вследствие многократного отражения от стволов и ветвей деревьев.

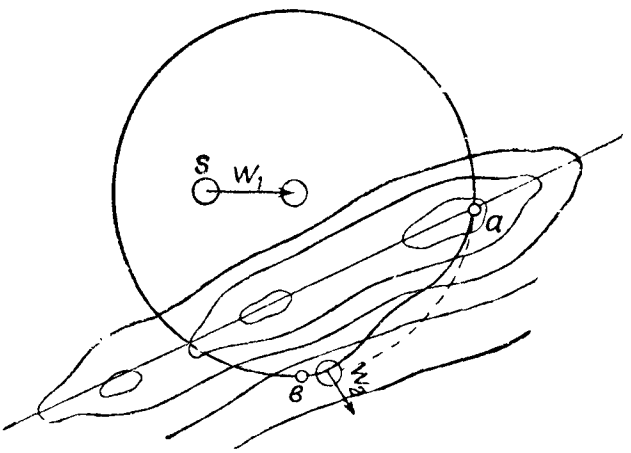


Рис. 23. Изменение фронта звуковой волны в связи с изменением скорости и направления ветра

Большие складки местности, лесные массивы, группа высоких строений и т. п., с одной стороны, способствуют неоднородности атмосферы, а с другой, являются препятствием для прохождения дульных волн; позади таких предметов создается звуковая тень (за высоким лесом на расстоянии порядка 200 *м*), поэтому сзади этих предметов, в особенности в непосредственной близости от них, слышимость ухудшается.

Наиболее благоприятные условия для работы звуковой разведки создаются при наличии ровной местности между районом целей и звукоприемниками и однородной подстилающей поверхности и при отсутствии в этом районе значительных водных пространств, леса и других резко выступающих местных предметов.

Из сказанного следует, что при выборе рубежа развертывания батареи звуковой разведки приходится считаться с условиями местности.

Влияние на слышимость изменения температуры воздуха с высотой

Изменение температуры с высотой сильно влияет на слышимость звуков в атмосфере. При изменении температуры с высотой происходит рефракция (преломление) звуковых волн в атмосфере. Звуковая рефракция происходит в тех случаях, когда звуковой луч переходит из одного слоя воздуха в другой слой, в котором скорость звука имеет другую величину. Поясним это с помощью рис. 24. Возьмем ряд таких слоев атмосферы, в каждом

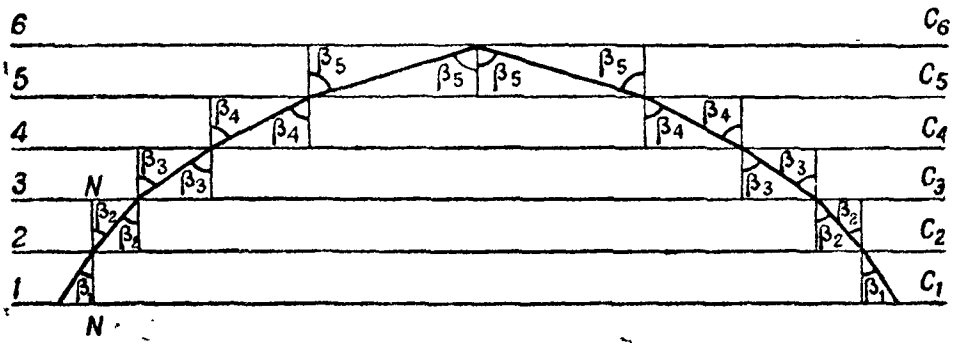


Рис. 24. При переходе из одной среды в другую звуковые лучи претерпевают преломление

из которых скорость звука имеет определенное значение C_1, C_2, C_3 и т. д., равномерно увеличивающееся с высотой. Пусть звуковой луч поступает под углом β_1 к нормали NN из среды первой, в которой скорость звука C_1, в среду вторую, в которой скорость звука C_2. Так как $C_2 > C_1$, то звуковой луч, преломившись, пойдет под углом β_2, где $\beta_2 > \beta_1$.

Преломление лучей подчиняется следующим законам:

— преломленный луч лежит в одной плоскости с лучом падающим;

— синус угла преломления β_2 относится к синусу угла падения β_1, как скорость звука в преломляющей среде C_2 относится к скорости звука C_1 в среде, из которой поступает звук, т. е.

$$\frac{\sin \beta_2}{\sin \beta_1} = \frac{C_2}{C_1}.$$

Пример. Пусть $C_2 = 340$ *м/сек*, $C_1 = 338$ *м/сек* и угол $\beta_1 = 80°$. В этом случае $\sin \beta_2 = \frac{340}{338} \cdot 0{,}985 = 0{,}990$, *или угол* $\beta_2 = 82°$; *так как* $C_3 > C_2$, то угол β_3 будет больше β_2 и т. д.

Если угол падения достигает такой величины, что синус угла преломления станет равным единице, т. е. угол преломления достигнет 90°, то падающий луч уже не про-

никнет в следующую среду и полностью отразится от поверхности раздела. Такое явление называется **полным внутренним отражением.** Если взять достаточно тонкие слои (теоретически бесконечно тонкие), то звуковой луч будет иметь такой вид, как это указано на рис. 25.

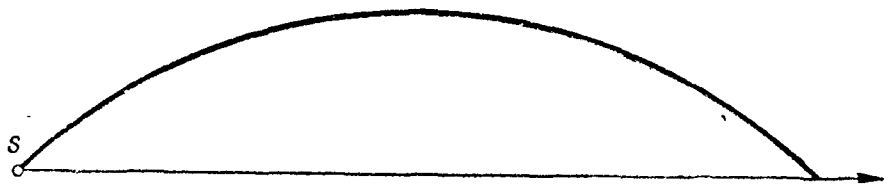


Рис. 25. Искривление звукового луча при увеличении скорости звука с высотой

Если скорость звука в верхних слоях атмосферы будет убывать, звуковой луч будет таким, как показано на рис. 26. Так как скорость звука в атмосфере зависит от температуры воздуха, то преломление звуковых лучей должно происходить на границе двух слоев воздуха с разными температурами.

Различия в температурах наблюдаются преимущественно между горизонтальными слоями воздуха, причем наиболее часто происходит постепенное изменение температуры при переходе из одного слоя в другой. Атмосферу, физическое состояние которой изменяется только в одном направлении, будем называть **равномерно-неоднородной.**

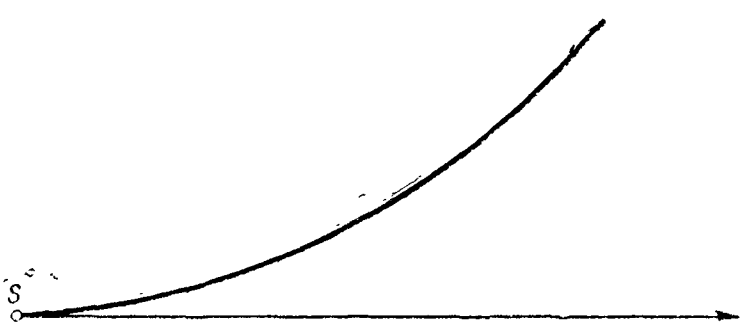


Рис. 26. Искривление звукового луча при уменьшении скорости звука с высотой

При увеличении температуры с высотой звуковые лучи будут загибаться книзу, как это показано на рис. 25, а при уменьшении температуры с высотой—кверху, как показано на рис. 26.

Вообще звуковые лучи всегда загибаются в сторону меньшей скорости звука.

Летом в дневное время обычно температура с высотой падает. Соответствующая картина хода лучей показана на рис. 27.

Среди множества звуковых лучей в этих условиях можно найти такой луч *SBC*, который будет только касаться земной поверхности (земную поверхность мы будем считать совершенно ровной и плоской). Начиная от точки касания *B*, часть этого луча *BC*, загибающаяся

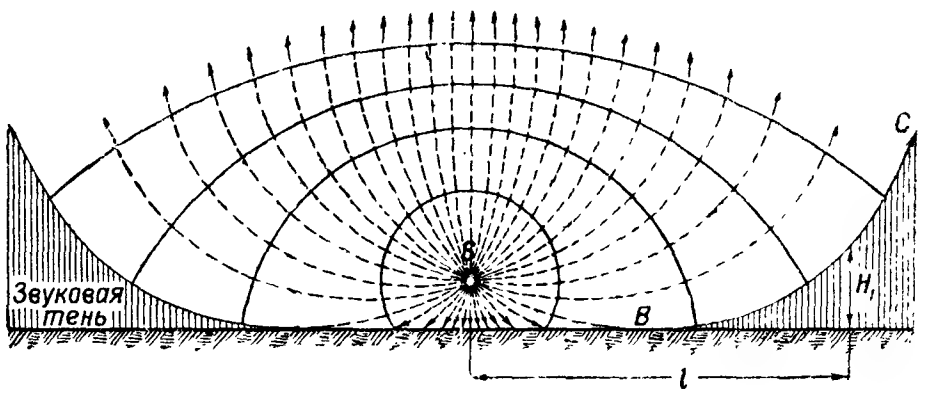


Рис. 27. Искривление звуковых лучей при понижении температуры с высотой

кверху, ограничивает область, в которую непосредственно не может попасть уже ни один звуковой луч, идущий от источника звука *S*. За этой границей начинается область звуковой тени. Точка *B* будет границей района слышимости на поверхности земли. Если же в области звуковой тени подняться на некоторую высоту H_1 и достигнуть границы звуковой тени, то слышимость восстанавливается.

Расчеты показывают, что при вертикальном градиенте температуры[1] в 0,6° на 100 *м* высоты, что соответствует средним условиям, звук выстрела, произведенного на высоте 1 *м* над землей, не может быть слышим лежащим на земле наблюдателем с расстояния около 0,5 *км*.

Если же источник звука находится на поверхности земли, то звуковая тень должна начинаться в непосредственной близости от него.

Однако в действительности звук, хотя и ослабленный, бывает слышен гораздо дальше. Причина этого в том, что расчет сделан для идеально ровной и плоской земной поверхности и для идеальной равномерно-неоднородной атмосферы. В действительных же условиях, благодаря

[1] Вертикальным градиентом температуры называется величина изменения температуры на каждые 100 *м* увеличения высоты над земной поверхностью.

неровностям поверхности земли, происходит диффузное отражение звука, которое способствует проникновению звуковых волн и в область звуковой тени. Диффузному отражению способствует неоднородность и завихренность атмосферы.

В тех случаях, когда такое отражение сильно ослаблено или почти отсутствует, как, например, над гладкой водной поверхностью, звуковая тень обнаруживается весьма отчетливо.

Проникновению звуков в области звуковой тени способствует и дифракция звука. Так как вдоль границы звуковой тени скользит звуковая волна, то частицы воз-

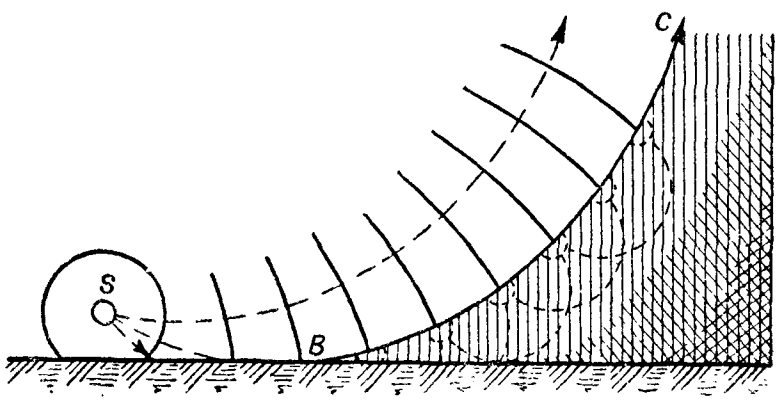


Рис. 28. Дифракция звука в области звуковой тени

духа, расположенные на этой границе, становятся согласно принципу Гюйгенса центрами вторичных волн, которые начинают распространяться и вниз, в область звуковой тени (рис. 28).

С увеличением вертикального градиента температуры район слышимости сокращается, так как звуковые лучи будут загибаться более круто. Наибольшие градиенты наблюдаются в жаркую летнюю погоду. От этого в еще большей мере, чем от рассеивания звука, ухудшается слышимость, особенно перед грозой. Совместное действие рефракции и рассеивания звука в подобных условиях может вызвать почти полную акустическую „закупорку" атмосферы, когда в область звуковой тени не будут проникать даже дифракционные волны.

Как выше было сказано, при увеличении температуры с высотой [1] все звуковые лучи будут загибаться книзу

[1] *Явление увеличения температуры с высотой называется инверсией* температуры. Слоем инверсии называется слой атмосферы, в котором наблюдается это явление.

(рис. 29). Здесь уже не может образоваться звуковая тень, так как все лучи рано или поздно возвращаются на поверхность земли. В этих условиях слышимость будет особенно хорошей.

Нетрудно видеть, что высота, на которую поднялся звуковой луч, достигающий наблюдателя, тем больше, чем дальше находится этот наблюдатель от источника звука. Расчеты показывают, что при удалении на 15—20 *км* эта высота может достигать 1 000 *м*.

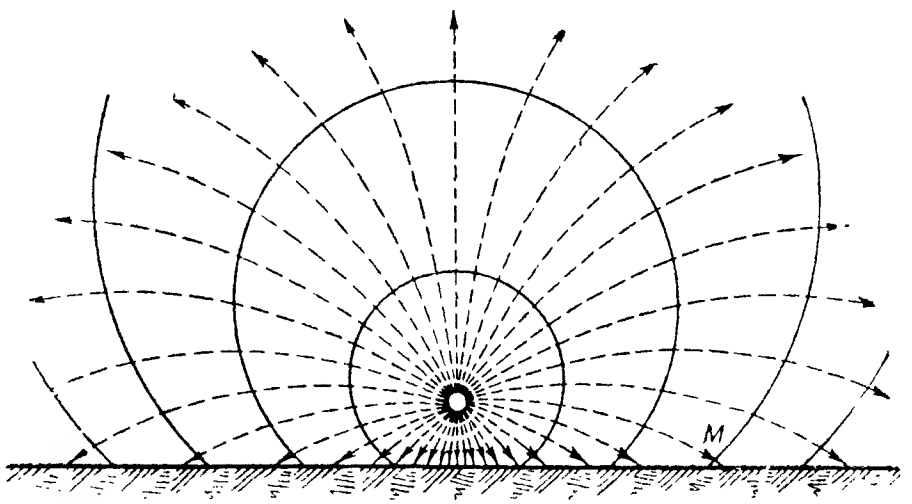


Рис. 29. Искривление звуковых лучей при повышении температуры с высотой

Инверсии, начинающиеся непосредственно у поверхности земли, наблюдаются преимущественно в зимнее время. Особенно резкие приземные инверсии образуются при сильных морозах, причем высота слоя атмосферы, охваченного инверсией, может достигать 1 — 2 *км*. Ночью инверсии усиливаются. Инверсии наблюдаются также и летом, в ночные часы, особенно перед восходом солнца.

Рассмотрим теперь случай, когда температура сначала понижается с высотой, а затем повышается (инверсия в свободной атмосфере). Здесь до границы слоя инверсии звуковые лучи загибаются кверху и образуется звуковая тень (рис. 30). В слое же инверсии они начинают загибаться в обратную сторону и в результате могут снова вернуться на земную поверхность. В подобных случаях от начала звуковой тени, в точке *A*, и до конца ее, в точке *B*, образуется **зона молчания**, в которую могут попадать только диффузные и дифракционные волны. За пределами зоны молчания слышимость снова восстанавливается, и начинается так называемая зона аномальной слышимости.

Итак, подводя итог сказанному, можно заключить, что слышимость в атмосфере сильно связана с условием рас-

пределения температуры с высотой. При повышении температуры с высотой слышимость увеличивается, а при понижении температуры с высотой уменьшается.

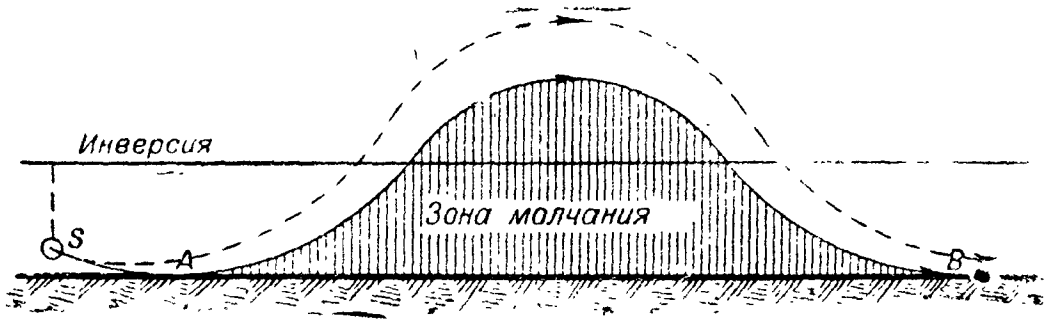


Рис. 30. Преломление акустического луча вначале при понижении, а затем при повышении температуры с высотой

Влияние на слышимость изменения скорости ветра с высотой

Рефракция звука происходит не только при изменении температуры с высотой, но и при изменении скорости ветра с высотой. Искривление звуковых лучей будет происходить:

1) при попутном ветре, усиливающемся с высотой (направление продольнсй слагающей ветра совпадает с направлением распространения звука);

2) при попутном ветре, уменьшающемся с высотой;

3) при встречном ветре, усиливающемся с высотой, и

4) при встречном ветре, уменьшающемся с высотой[1].

В первом и четвертом случаях скорость звука с высотой будет увеличиваться и лучи будут загибаться книзу, как это показано на рис. 31.

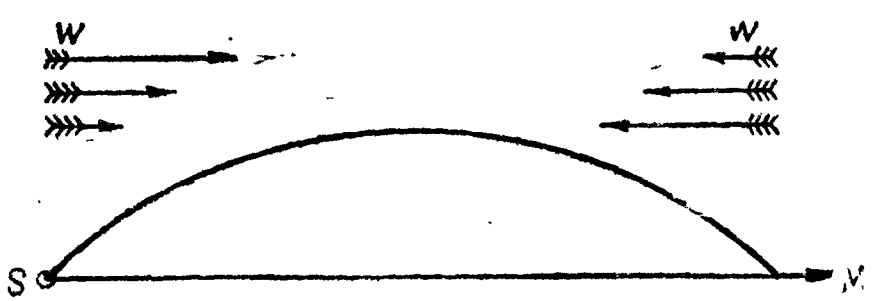


Рис. 31. Искривление звукового луча при попутном ветре, усиливающемся с высотой, и при встречном ветре, уменьшающемся с высотой

[1] Под попутным (встречным) ветром подразумевается продольная слагающая его по направлению (против направления) распространения звука.

Во втором и третьем случаях скорость звука с высотой будет уменьшаться и звуковые лучи будут загибаться кверху, как это показано на рис. 32.

В соответствии с этим в первом и четвертом случаях слышимость будет лучше, чем во втором и в третьем случаях.

В естественных условиях распределения ветра по высоте скорость ветра возрастает неравномерно. Особенно резко она увеличивается в самом нижнем слое до высоты

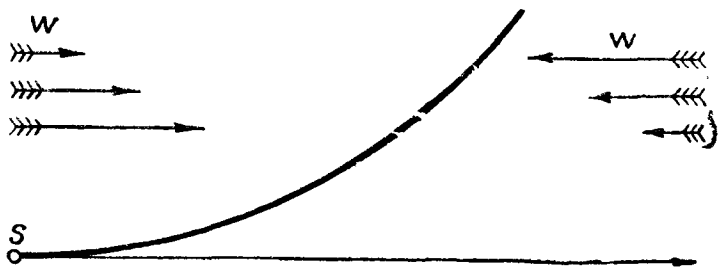


Рис. 32. Искривление звукового луча при попутном ветре, уменьшающемся с высотой, и при встречном ветре, усиливающемся с высотой

40—50 *м* от земли. Следующая ступень — до высоты 500—800 *м* — характеризуется уже более медленным нарастанием скорости.

Наконец, выше этой границы скорость ветра если и возрастает, то весьма незакономерно.

Заметим, что хотя уменьшение скорости звука с высотой и редко встречающееся явление, но все же с ним приходится считаться.

Условия, благоприятные и неблагоприятные для слышимости в зависимости от состояния атмосферы

Выше мы видели, что слышимость в сильной степени зависит от состояния атмосферы. Атмосфера может быть **однородной, равномерно-неоднородной и неоднородной.** В зависимости от этого звуковые лучи имеют ту или иную форму. При однородном состоянии атмосферы они идут во всех направлениях в виде прямых линий, при равномерно-неоднородной атмосфере звуковые лучи загибаются кверху или книзу.

В зависимости от хода лучей условия слышимости могут быть нормальными (при однородном состоянии атмосферы), благоприятными и неблагоприятными (при равномерно-неоднородном состоянии атмосферы) или

только неблагоприятными (при неоднородном состоянии атмосферы).

Особенно большое влияние на слышимость оказывает равномерно-неоднородное состояние атмосферы. Так, например, при благоприятном распределении температуры и ветра с высотой звуки выстрелов 152-*мм* орудия принимаются на дальностях до 25 *км*, а при неблагоприятном распределении указанных метеорологических элементов звуки выстрелов этих же орудий принимаются не дальше 5—6 *км* (см. также записи на рис. 1).

Благоприятными условиями для слышимости, а следовательно, и для работы звуковой разведки будут следующие: 1) повышение температуры с высотой; 2) попутный ветер, усиливающийся с высотой; 3) встречный ветер, уменьшающийся с высотой.

Неблагоприятными условиями будут: 1) понижение температуры с высотой; 2) встречный ветер, усиливающийся с высотой; 3) попутный ветер, уменьшающийся с высотой; 4) неоднородность атмосферы, признаками чего являются: грозовое состояние, жаркая солнечная погода, сильный, порывистый ветер у поверхности земли (порядка 8—10 *м/сек* и более).

Нормальные условия создаются при однородной атмосфере, признаками чего являются: туман, моросящий дождь, мелкий снег.

В жаркую солнечную погоду слышимость ночью и ранним утром обычно лучше, чем днем; в пасмурную, туманную погоду слышимость также лучше, чем в ясную. Зимой атмосфера более однородна, чем летом, поэтому зимой слышимость вообще лучше, чем летом.

Чтобы практически определить условия слышимости, а следовательно, и условия работы звуковой разведки при каком-либо состоянии атмосферы, необходимо знать скорость звука по данному направлению в зависимости от распределения метеорологических элементов по высоте. Скорость звука по данному направлению определяют для различных высот и соответственно полученным значениям строят графики[1] скорости звука в зависимости от высоты.

Если скорость звука с высотой будет увеличиваться, то звуковые лучи будут загибаться книзу и условия для слышимости будут благоприятными, и наоборот. Если скорость звука с высотой изменяться не будет, то условия слышимости будут нормальными. Однако при построении графиков может оказаться, что они будут иметь

[1] Способы построения графиков скорости звука изложены в главе III.

довольно сложную форму. Соответствующие исследования и расчеты показывают следующее:

1) условия будут нормальными, если атмосфера однородна и скорость звука с высотой не изменяется (кривая скорости звука идет примерно горизонтально);

2) условия будут благоприятными, если скорость звука увеличивается с высоты 2 *м* до высоты 500—700 *м* (на рис. 33 кривая № 1);

3) условия будут неблагоприятными, если скорость звука с высоты 2 *м* постепенно падает (на рис. 33 кривая № 2);

4) условия будут благоприятными для работы на дальности порядка 10 *км*, если скорость звука сначала увеличивается с высотой (в слое от 2 до 300 *м*), а затем начинает убывать (на рис. 33 кривая № 3);

5) условия будут благоприятными на дальностях, превышающих 10 *км*, если скорость звука сначала уменьшается с высотой (в слое от 2 до 300 *м*), а затем начинает возрастать и превышает скорость звука в точке падения кривой (на рис. 33 кривая № 4); на дальностях меньше 10 *км* условия будут неблагоприятными;

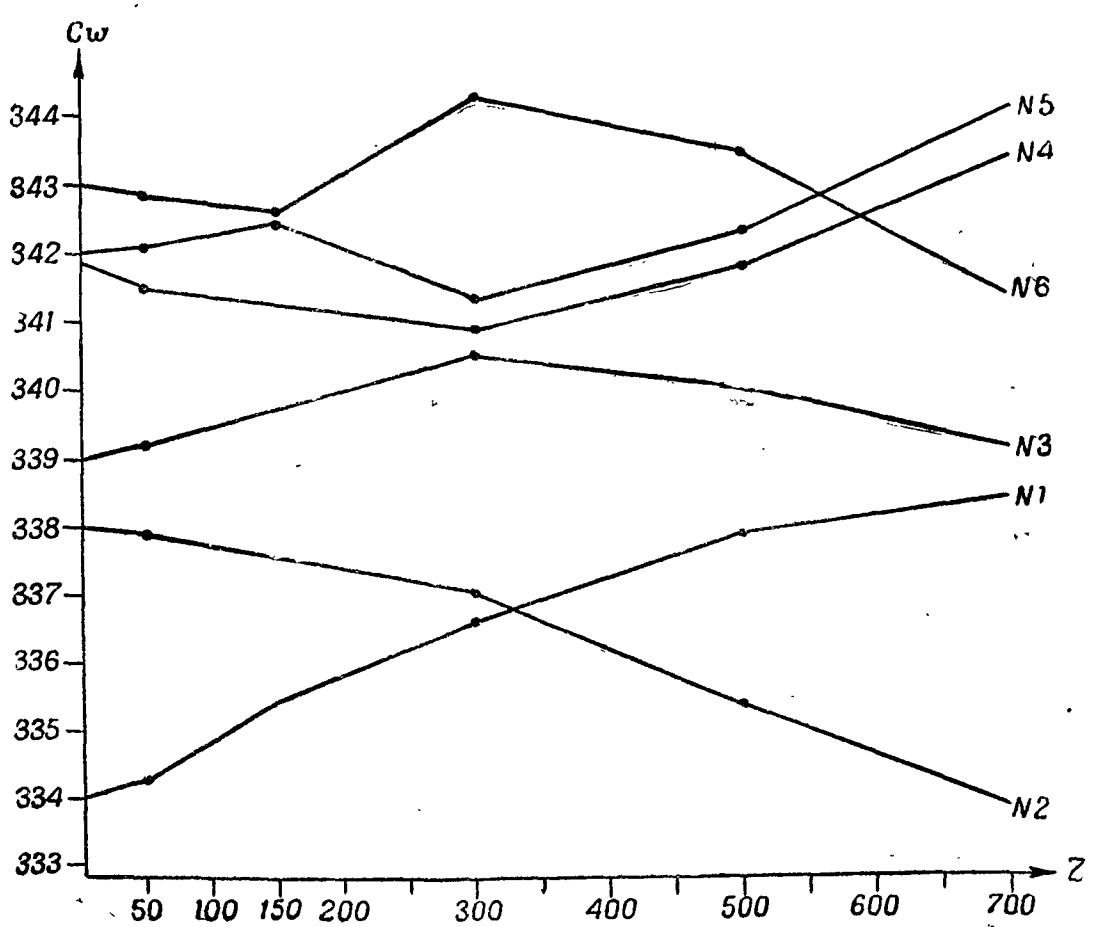


Рис. 33. Графики изменения скорости звука с высотой для определения благоприятных и неблагоприятных условий работы

6) условия будут благоприятными для ближних (до 5—6 *км*) и дальних целей (более 10 *км*) и неблагоприятными для средних (удаленных на 7—10 *км*), если скорость звука увеличивается с высотой в слое от 2 до 50—150 *м*, а затем уменьшается в слое от 50—150 *м* до 300 *м* (на рис. 33 кривая №·5), после чего снова увеличивается до скорости звука, превышающей скорость в точке падения кривой;

7) наконец, условия будут благоприятными для средних дальностей (порядка 7—10 *км*) и неблагоприятными для ближних и дальних целей, если скорость звука в слое от 2 до 50—150 *м* сначала убывает с высотой, затем увеличивается в слое от 50—150 до 300 *м* и снова убывает (на рис. 33 кривая № 6).

§ 5. ВЛИЯНИЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ, МЕСТНОСТИ И ДАЛЬНОСТИ ЗАСЕЧКИ НА ВИД И ХАРАКТЕР ЗАПИСИ ДУЛЬНЫХ ВОЛН И ВОЛН РАЗРЫВОВ СНАРЯДОВ

Ударные волны, в том числе дульные волны и волны разрывов снарядов, обладающие большой мощностью, распространяются на большие расстояния. При своем распространении они претерпевают различного рода изменения, а именно: падает амплитуда давления, изменяются вид и характер самих волн. Рассмотрим изменения вида и характера дульных волн и волн разрывов снарядов непосредственно по записям на ленте звукометрической станции в зависимости от различных условий распространения этих волн в атмосфере.

Известно, что звуки высокой частоты поглощаются средой быстрее, чем звуки низкой частоты. Вследствие этого при удалении в нескольких километрах от орудия колебания высоких частот в дульной волне пропадают и в дальнейшем распространяются только колебания низкой частоты (инфраколебания). Но частота колебаний низких частот также не остается постоянной; по мере удаления она постепенно убывает, приближаясь к какому-то пределу. Так, например, для дульной волны 107-*мм* пушки на удалении 4 *км* частота колебаний наблюдалась равной 31 колебанию в секунду, а на удалении 10 *км* — 23 колебаниям в секунду.

Дульные волны (волны разрывов снарядов), встречая на своем пути различного рода препятствия, отражаются. Если звукоприемник будет поставлен, например, вблизи строения, крутого обрыва, на опушке леса и т. п., то в результате отражения записи будут получаться с длинным

„хвостом" и начало записей будет плохое (рис. 34). Для получения более „чистых" записей не следует располагать звукоприемники вблизи указанных предметов.

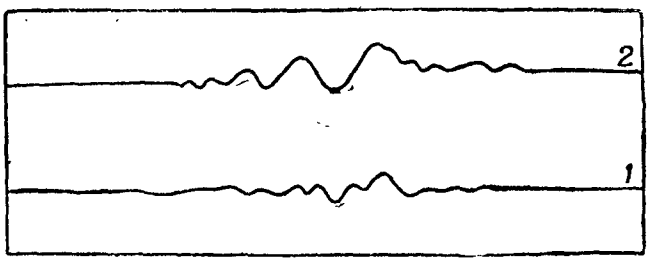


Рис. 34. Записи, полученные при отражении волн от местных предметов

Но звуковые волны отражаются не только от предметов, расположенных на земной поверхности. При хорошей слышимости они могут отражаться от слоев воздуха, имеющих резко выраженные разности в скоростях звука, и от облаков. Облака не представляют собой какой-то ровной поверхности, вследствие чего звуковые волны многократно отражаются от них. В этих случаях записи также получаются с длинным хвостом и плохим началом.

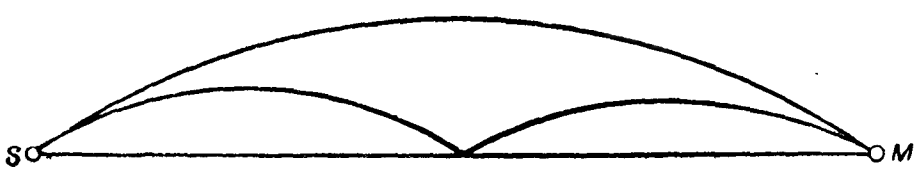


Рис. 35. Отражение звукового луча от поверхности земли

Наконец, звуковые волны при хорошей слышимости могут отражаться и от поверхности земли (рис. 35) и звук будет подходить к звукоприемнику M неоднократно, вследствие этого запись начинается мелкими зубчиками (рис. 36 при $Д=8$ *км*). При плохих условиях слышимости, а также при хороших условиях слышимости, но при больших дальностях засечки таких зубчиков впереди не наблюдается (рис. 36 при $Д=16$ *км*). Из рис. 36 также видно, что по мере увеличения дальности меняется характер записи: амплитуда уменьшается, при очень большой дальности (на рис. 36 при $Д=16$ *км*) остается только одно колебание, часто с сильно сглаженной вершиной и неясным началом записи.

Качество записей, и в особенности четкость начала их, влияет на точность определения координат целей.

В § 2 главы V приведен ряд образцов записей дульных и балистических волн и волн разрывов снарядов и указано, как производить определения начал у этих записей. Поэтому здесь останавливаться на этом вопросе не будем.

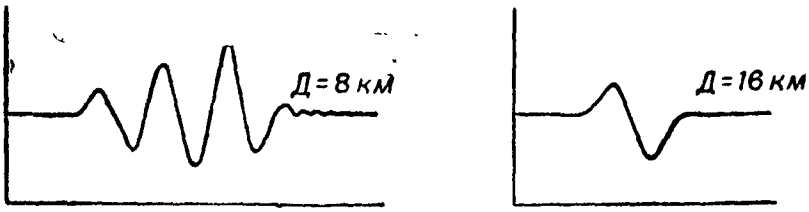


Рис. 36. Изменение характера записи дульной волны с увеличением расстояния от орудия

ЗАДАЧИ К ГЛАВЕ II

1. Рассчитать скорость звука по формуле (12) при $t = +19°$.

(*Ответ*: 343 *м/сек.*)

2. Рассчитать скорость звука по формуле (12) при $t = -19°$.

(*Ответ*: 320 *м/сек.*)

3. Определить скорость звука при $t_v = +10°$, при $W = 6$ *м/сек* и $\gamma = 60°$.

(*Ответ*: 340 *м/сек.*)

4. Определить скорость звука при $t_v = -10°$, при $W = 6$ *м/сек* и $\gamma = 120°$.

(*Ответ*: 322 *м/сек.*)

5. Определить длину волны λ при $n = 20$ и $C = 330$ *м/сек.*

(*Ответ*: 16,5 *м.*)

6. Определить период T при $\lambda = 20$ *м* и $C = 330$ *м/сек.*

(*Ответ*: 0,06 секунды).

7. Определить сектор раздельной слышимости балистической волны 2φ при $v_0 = 450$ *м/сек* и $C = 350$ *м/сек.*

(*Ответ*: 78°.)

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ГЛАВЕ II

1. Какие колебания называются свободными и какие вынужденными?
2. Какие колебания возникают в твердых телах и какие в газообразных?
3. Какие колебания называются продольными и какие поперечными?
4. Какие колебания называются простыми и какие сложными?
5. Что называется амплитудой колебания?
6. Чему равна круговая частота колебаний?
7. Какой физический смысл этой частоты?
8. Какие колебания называются затухающими и какие незатухающими?
9. Что такое спектр волны и как его получают?
10. Что такое инфраколебания и инфразвуки?
11. Что называется акустической волной?
12. Что называется волновой поверхностью?
13. Какую поверхность имеют волны в однородной атмосфере?

14. Когда участок шаровой волны может быть принят за плоскую волну?

15. Что называется акустическим лучом?

16. Что называется длиной волны?

17. Что такое бар?

18. Какой процесс называется адиабатическим и какой изотермическим?

19. Какое соотношение существует между длиной волны, скоростью звука и периодом (частотой колебаний)?

20. Чему равна скорость звука по формуле Ньютона и по формуле Лапласа?

21. Чему равна скорость звука при нормальных условиях и какую нормальную скорость принимают при работе звуковой разведки?

22. Какой формулой выражается скорость звука в зависимости от температуры?

23. Что такое акустическая виртуальная температура и почему при работе звуковой разведки вместо акустической виртуальной температуры пользуются виртуальной температурой?

24. Чему равна скорость звука в зависимости от ветра?

25. Что такое ударная волна?

26. Как изменяется скорость распространения ударной волны в зависимости от расстояния?

27. Что называется фронтом, тыловой поверхностью и глубиной волны?

28. Какое различие между ударной волной и акустической?

29. Что называется волной дульной, балистической и волной падения и разрыва снаряда и к какому типу волн они относятся?

30. Что является причинами возникновения дульной волны?

31. Как далеко удален центр дульной волны от дула орудия?

32. Какова частота наиболее мощных колебаний дульной и балистической волн?

33. Какова зависимость давления дульной волны от угла между направлением плоскости стрельбы и данным направлением?

34. От чего зависит величина давления дульной волны различных орудий?

35. Каковы условия возникновения балистической волны?

36. Что называется сектором раздельной слышимости балистической волны и от чего зависит величина его?

37. Какова мощность волн разрывов снарядов по сравнению с мощностью дульных волн?

38. Почему звуки низких частот распространяются на более далекие расстояния, чем звуки высоких частот?

39. Какое влияние оказывает на слышимость подстилающая поверхность, рельеф местности и местные предметы?

40. Какая местность является наиболее благоприятной для работы звуковой разведки?

41. Почему изменение температуры и ветра с высотой влияет на условия слышимости?

42. Какие условия считаются благоприятными для слышимости и какие неблагоприятными?

43. Каковы практические приемы определения благоприятных и неблагоприятных условий для работы звуковой разведки?

44. Какое влияние оказывает отражение волн на характер их записи?

Глава III

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ЗВУЧАЩЕЙ ЦЕЛИ ПО ПРИНЦИПУ РАЗНОСТИ ВРЕМЕН

§ 1. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ПО МЕТОДУ ПЛОСКОЙ ВОЛНЫ

Задачи по определению местоположения стреляющих орудий и минометов противника и разрывов снарядов своей артиллерии звуковая разведка выполняет одними и теми же методами. Обе эти задачи сводятся к определению местоположения источника звука независимо от того, являются ли источниками звука выстрелы из орудий или разрывы снарядов (мин).

Для определения местоположения звучащей цели в звуковой разведке пользуются **принципом разности времен.**

Рассмотрим сначала решение задачи в наиболее простых условиях работы, а именно: когда местность горизонтальная, атмосфера однородна и ветра нет.

Выберем на этой местности какие-либо две точки, достаточно удаленные одна от другой, и поставим в эти точки звукоприемники (описание устройства звукоприемника дано в главе IV). Пусть эти точки будут M_1 и M_2 (рис. 37) и пусть источник звука находится в точке S.

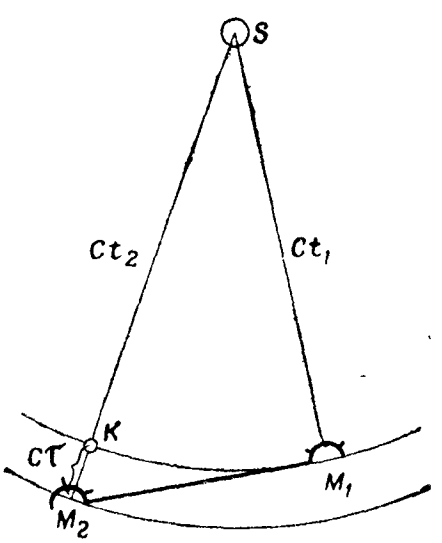


Рис. 37. Источник звука расположен на разном удалении от звукоприемников

Предположим, что звуковая волна, распространяясь от источника звука (точки S), дойдет до звукоприемника M_1 за время t_1, а до звукоприемника M_2 за время t_2. Так как точка M_2 находится дальше от источника звука, чем точка M_1, то и t_2 будет больше t_1. Обозначим разность между t_2 и t_1 через τ, тогда

$$t_2 - t_1 = \tau. \qquad (1)$$

Зная разность времен τ, нетрудно определить и разность расстояний M_2K (рис. 37). Действительно, расстояния SM_2 и SM_1 можно выразить через Ct_2 и Ct_1, где C—скорость звука, тогда разность между ними будет

$$SM_2 - SM_1 = Ct_2 - Ct_1 = C(t_2 - t_1),$$

или согласно уравнению (1) получаем, что

$$SM_2 - SM_1 = C\tau. \qquad (2)$$

Пример. Пусть $t_2 = 21{,}5$ секунды, а $t_1 = 20$ секунд и $C = 333{,}3$ *м/сек*. Определить разность расстояний $C\tau$.

Р е ш е н и е. Разность времен τ будет 1,5 секунды, отсюда разность расстояний будет $C\tau = 333{,}3 \cdot 1{,}5 = 500$ *м*.

В дальнейшем по разности времен τ или по разности расстояний $C\tau$ определяют направление на источник звука.

Таким образом, **принцип разности времен** заключается в том, что по разности между временами прихода звука к двум звукоприемникам определяют направление на источник звука.

Для облегчения дальнейших рассуждений введем некоторые обозначения, принятые в звуковой разведке.

Расстояние между двумя звукоприемниками, при помощи которых определяется разность времен τ, называют **акустической базой**. Длину акустической базы обозначают через l.

Середину акустической базы называют **центром акустической базы** и обозначают через O (рис. 38).

Расстояние между центрами двух крайних акустических баз (между точками O) называют **геометрической базой** (рис. 41).

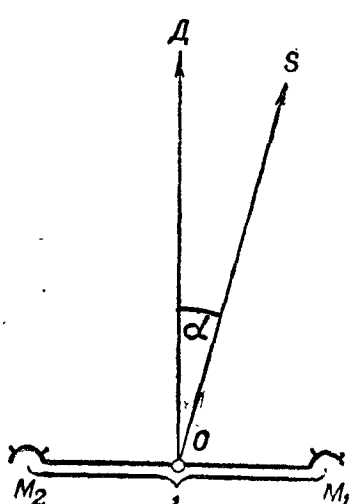


Рис. 38. Элементы акустической базы

Перпендикуляр $OД$ (рис. 38), восстановленный из центра акустической базы, называют **директрисой акустической базы**.

Направление на источник звука проводят из центра акустической базы и угол между директрисой и направлением на источник звука обозначают через α. Угол α считают положительным, если цель лежит справа от директрисы, и отрицательным, если цель лежит слева от нее.

Выведем формулу для определения угла α или, вернее, синуса этого угла.

Предположим, что звукоприемники стоят в точках M_1 и M_2 (рис. 39), и будем считать, что на этом участке проходящая звуковая волна будет плоской.

Заметим, что это положение будет совершенно справедливым только в том случае, если источник звука находится на бесконечно большом удалении от звукоприемников. Но практически, как увидим из сказанного в § 3 настоящей главы, это положение можно считать справедливым и тогда, когда удаление источника звука от центра акустической базы больше девяти баз, т. е. когда $OS > 9l$ (рис. 38).

Проведем через точку O звуковой луч SO и получим угол α, определяющий направление на источник звука. Из определения луча нам известно, что поверхности плоской звуковой волны перпендикулярны к направлению луча. Поэтому фронт звуковой волны[1] при подходе ее к звукоприемнику M_1 будет занимать положение M_1B_1, (рис. 39), перпендикулярное к лучу OS, и при подходе в звукоприемнику M_2 будет занимать положение M_2B_2, также перпендикулярное к лучу OS.

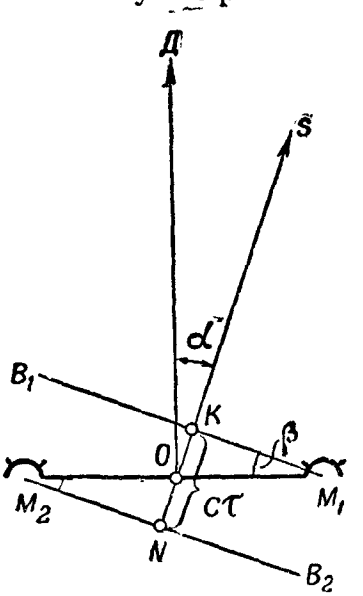


Рис. 39. Положение фронта волны M_1B_1 и B_2M_2 на участке акустической базы M_1M_2 представлено прямыми линиями

Из рис. 39 видно, что для того, чтобы звуковая волна из положения M_1B_1 перешла в положение M_2B_2, ей надо пройти расстояние KN. Это расстояние звуковая волна пройдет за время τ, поэтому при скорости звука C расстояние

$$KN = C\tau.$$

Рассмотрим теперь прямоугольный треугольник KOM_1 с прямым углом при точке K. Из этого прямоугольного треугольника следует, что синус угла β будет равен отношению KO к OM_1, т. е.

$$\sin\beta = \frac{KO}{OM_1}.$$

Но

$$KO = \frac{1}{2}KN = \frac{1}{2}C\tau; \quad \text{а} \quad OM_1 = \frac{1}{2}l,$$

отсюда

$$\sin\beta = \frac{C\tau}{l}.$$

Углы α и β равны между собой как углы с перпендикулярными сторонами, поэтому можем написать, что

$$\sin\alpha = \frac{C\tau}{l}. \qquad (3)$$

[1] Вернее, проекция его на горизонтальную плоскость

Формула (3) является основной звукометрической формулой.

Из формулы (3) видно, что действительно, зная разность времен τ, нетрудно определить угол α, а следовательно, и направление на источник звука.

В правой части этого равенства все величины известны. C — скорость звука при данной виртуальной температуре, величина τ определяется при помощи звукометрической станции, а длина базы l — по координатам звукоприемников. Зная же синус угла α, нетрудно определить и угол α.

Пример. При $C = 330$ *м/сек*, $\tau = 1{,}5$ секунды и $l = 1\,000$ *м*

$$\sin\alpha = \frac{330 \cdot 1{,}5}{1000} = 0{,}495.$$

Таким образом, определение направления на источник звука сводится в основном к решению уравнения (3).

При решении задачи необходимо знать, в какую сторону относительно акустической базы надо строить директрису. На практике эта задача облегчается тем, что положение цели относительно акустической базы всегда бывает известно, поэтому директрису направляют в сторону, обращенную к противнику. Вопрос: вправо или влево от директрисы надо откладывать угол α, решается в зависимости от знака τ, что в свою очередь определяется по расположению записей на ленте. Действительно, если источник звука находится, например, справа от директрисы, то звук придет сначала к правому звукоприемнику данной базы. Значит, запись правого звукоприемника на ленте будет впереди записи левого звукоприемника (рис. 40). В этом случае разность времен, а следовательно, и угол α ($\sin\alpha$) берут с плюсом.

Если источник звука находится слева от директрисы, то звук придет сначала к левому звуковому посту данной базы и на ленте впереди будет запись левого звукоприемника. В этом случае разность времен, а следовательно, и угол α($\sin\alpha$) берут со знаком минус.

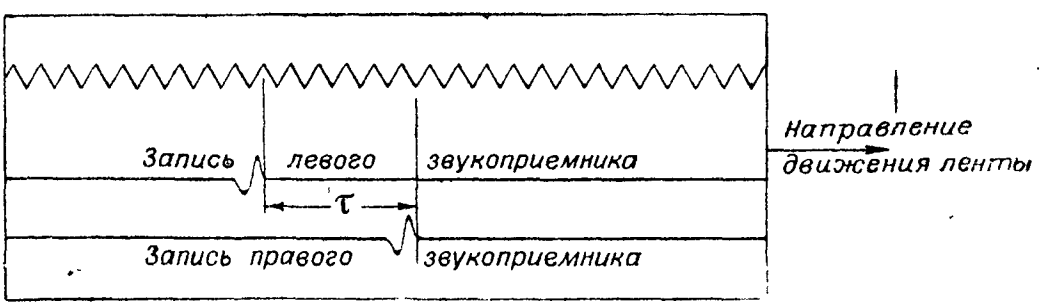


Рис. 40. Записи на ленте при приеме звука двумя звукоприемниками одной базы

Для практической работы формулу (3) несколько упрощают. Обозначим время, за которое звук со скоростью C пройдет вдоль акустической базы, через T и тогда можем написать, что $l = CT$. Разделив теперь числитель и знаменатель правой части формулы (3) на C и обозначив $\frac{l}{C}$ через T, получим, что

$$\sin\alpha = \frac{\tau}{T}. \qquad (4)$$

Величину T называют **базой во времени** и определяют по формуле

$$T = \frac{l}{C}. \qquad (5)$$

Пример. При $C = 330$ *м/сек*, $l = 1\,000$ *м* и $\tau = 1{,}5$ секунды получаем $T = \frac{1000}{330} = 3{,}030$ секунды, откуда $\sin\alpha = \frac{1{,}5}{3{,}030} = 0{,}495$.

В практической работе подразделений звуковой разведки направление на источник звука (на цель) принято определять непосредственно по синусу угла α, поэтому формулу (4) считают **рабочей формулой** для определения направления на источник звука. Из этой формулы видно,

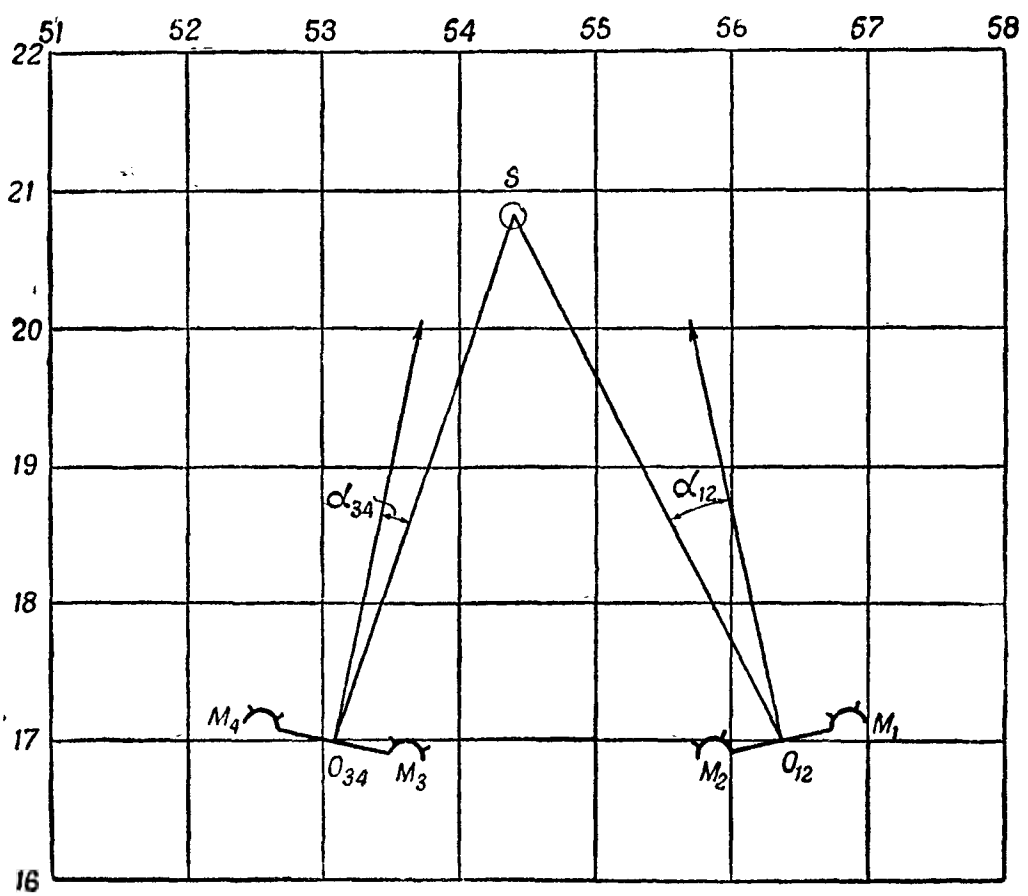


Рис. 41. Определение местоположения цели при наличии двух баз

что для определения синуса угла α надо получить величину τ и разделить ее на базу во времени T.

Подобным же образом определяют синус угла α с другой акустической базы. Для этого надо только знать соответствующую величину и знак τ и базу во времени T. При наличии величин углов α с двух акустических баз (или синусов этих углов) на планшете строят направления и получают положение цели (рис. 41).

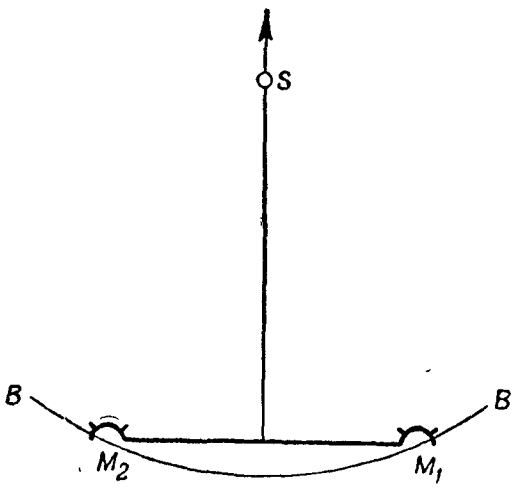


Рис. 42. Источник звука расположен на одинаковом удалении от звукоприемников, т. е. на директрисе

Заметим, что при $\tau = 0$ синус угла α в формуле (4) обращается в нуль. Это свидетельствует о том, что источник звука находится на равном расстоянии от звукоприемников данной акустической базы, т. е. что он лежит на ее директрисе (рис. 42).

Задача 1. Определить $\sin\alpha$ при $l = 975$ *м*, $t = +10°$ и $\tau = 0{,}85$ секунды.

Задача 2. Определить $\sin\alpha$ при $l = 1\,025$ *м*, $t = -10°$ и $\tau = 1{,}02$ секунды.

Задача 3. Определить $\sin\alpha$ при $l = 1\,520$ *м*, $t = +15°$ и $\tau = -0{,}16$ секунды.

Выше при выводе основной формулы

$$\sin\alpha = \frac{C\tau}{l} \qquad (3)$$

мы принимали акустическую волну на участке базы M_1M_2 плоской, в действительности же этот участок является частью сферической волны и не является плоским. И чем меньше будет расстояние от цели до центра акустической базы, тем будет больше отличаться этот участок сферической волны от плоской волны. Поэтому при удалениях от цели до центра акустической базы менее $9l$ формула (3) является недостаточно точной. Вследствие этого в нее приходится вводить поправку, которую можно назвать **поправкой на сферичность волны**. Величина этой поправки зависит от удаления (чем меньше удаление, тем больше поправка), поэтому в практической работе ее принято называть **поправкой на удаление**.

Вывод формулы этой поправки будет дан в § 3 настоящей главы.

§ 2. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ПО МЕТОДУ ШАРОВОЙ ВОЛНЫ

Для решения задачи по методу шаровой волны обычно пользуются свойством гиперболы. Рассмотрим основные свойства гиперболы.

Гиперболой называется кривая (рис. 43), обладающая тем свойством, что разность расстояний от любой точки ее до двух других точек, называемых фокусами гиперболы, есть величина постоянная и равная вещественной оси гиперболы. Расстояние между фокусами обозначается через $2c$ и вещественная ось, т. е. расстояние между вершинами гиперболы, обозначается через $2a$. Значит, какую бы точку на гиперболе мы ни взяли, всегда $F_2S_1 - F_1S_1 = 2a$ ($F_1S_2 - F_2S_2 = 2a$). Зная величины $2c$ и $2a$, можно построить саму гиперболу. Этим свойством и пользуются при определении местоположения источника звука.

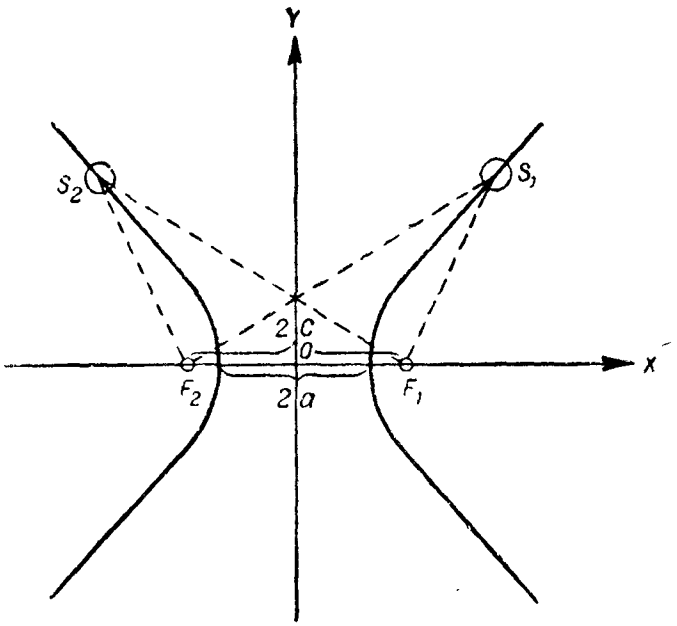


Рис. 43. Гипербола

Будем считать, что звукоприемники находятся в фокусах гиперболы (рис. 43), т. е. считать, что фокусное расстояние равно длине акустической базы или что $2c = l$.

При данном расположении звукоприемников и данном положении источника звука разность расстояний от него до обоих звукоприемников будет величиной постоянной, т. е. $C\tau = 2a$.

Имея расстояние между фокусами $2c = l$ и вещественную ось $2a = C\tau$, можно построить на планшете гиперболу, на одной из ветвей которой и будет находиться источник звука. Для получения координат источника звука надо иметь две акустические базы, с помощью которых можно получить соответствующие величины τ и построить две гиперболы. Одна из точек пересечения их ветвей (точка S) и будет местоположением цели (рис. 44).[1] В данном случае никаких допущений относи-

[1] Точка S' на рис. 44 является пересечением асимптот.

тельно того, что волна плоская, не делается, поэтому никакой поправки на удаление вводить не надо. Но тем не менее на практике этим способом не пользуются, так как строить гиперболы на планшете по величине $C\tau$ и l нелегко и на это требуется много времени.

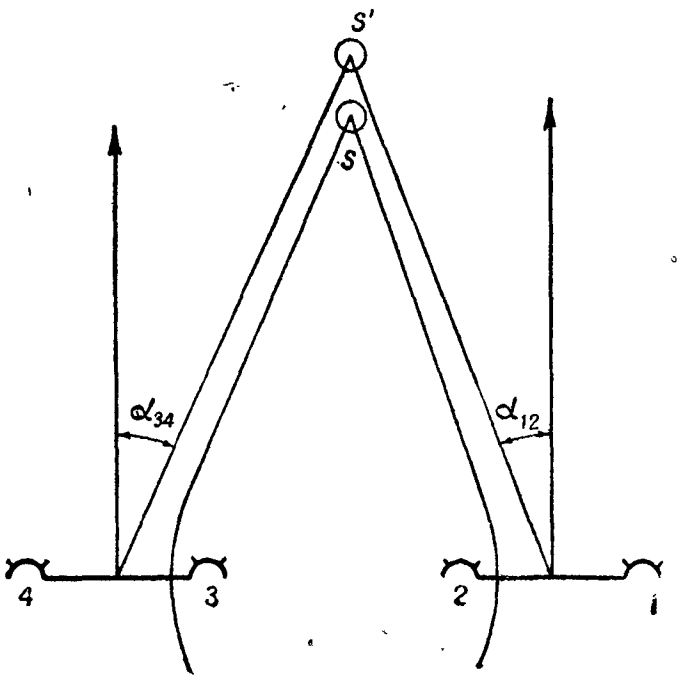


Рис. 44. Определение положения цели с помощью гипербол и асимптот

Для аналитического решения задачи путем совместного решения уравнений двух гипербол требуется еще больше времени, чем для графического, поэтому на практике пользуются более простым методом, а именно — методом плоской волны.

§ 3. ПОПРАВКА НА УДАЛЕНИЕ

Для вывода формулы поправки на удаление необходимо познакомиться с основными свойствами асимптоты.

Асимптотой называется прямая (рис. 45), проходящая через середину вещественной оси гиперболы точку O и касающаяся ее ветвей в точке, бесконечно удаленной от середины вещественной оси.

Будем и в данном случае предполагать, что наши звукоприемники стоят в фокусах гиперболы. Из аналитической геометрии известно, что если мы возьмем на асимптоте отрезок c, равный половине расстояния между фокусами гиперболы, и опустим перпендикуляр из конца этого отрезка точки K на ось X, то основание перпенди-

куляра попадет в вершину гиперболы — точку N. Отрезок $ON = a$ (половине вещественной оси гиперболы)[1].

Из прямоугольного треугольника KNO следует, что

$$\sin\beta = \frac{a}{c} = \frac{\frac{1}{2}C\tau}{\frac{1}{2}l} = \frac{C\tau}{l}.$$

Из рис. 45 видно, что угол α равен углу β, отсюда

$$\sin\alpha = \frac{C\tau}{l}, \qquad (3)$$

т. е. получаем опять основную формулу (3).

В данном случае мнимая ось гиперболы OY будет директрисой, а асимптота будет определять направление на источник звука.

При наличии двух баз источник звука будет лежать в пересечении асимптот (S'), как это показано на рис. 44.

Таким образом, пользуясь асимптотой, мы получили ту же основную формулу (3), которую получали при методе плоской волны. Это произошло потому, что **решение задачи при помощи асимптоты является по существу решением задачи по методу плоской волны.**

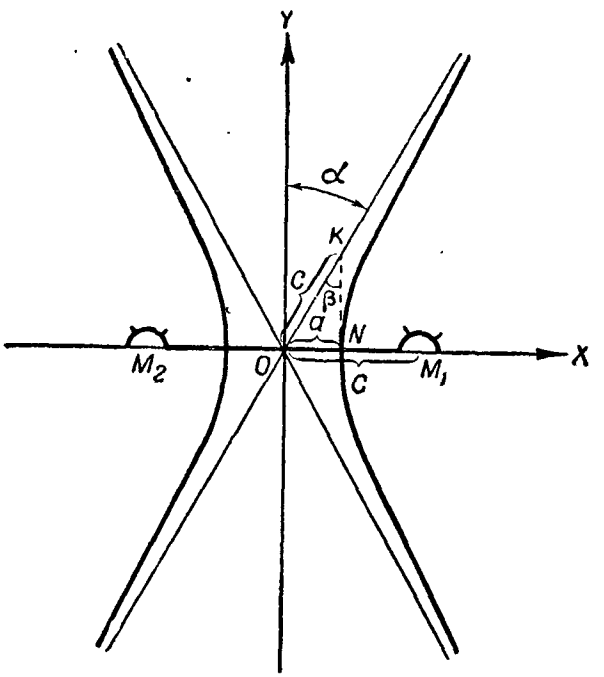


Рис. 45. Гипербола и ее асимптоты

Действительно, решая задачу методом шаровой волны, получаем источник звука на гиперболе. Асимптота же касается гиперболы только в бесконечности, следовательно, полагая, что цель лежит на асимптоте, тем самым делаем ошибку. Верное решение в этом случае будет только тогда, когда источник звука будет лежать в бесконечно большом удалении от точки O. При бесконечном же удалении источника звука от точки O звуковая волна будет плоской.

С математической точки зрения поправка на сферичность волны (на удаление) сводится в этом случае к по-

[1] Отрезок $KN = b$, откуда $c^2 = a^2 + b^2$.

правке на переход от точки, лежащей на асимптоте, к точке, лежащей на гиперболе. Отсюда ясно видно, что чем дальше будет находиться источник звука от точки O, тем ближе будет подходить асимптота к гиперболе и тем меньше будет поправка на удаление. Из рис. 44 также видно, что ветви гиперболы всегда лежат дальше от мнимой оси, чем асимптоты. Это говорит о том, что поправка на удаление должна всегда увеличивать абсолютную величину угла α, т. е. **знак поправки должен быть такой же, как и знак угла α.**

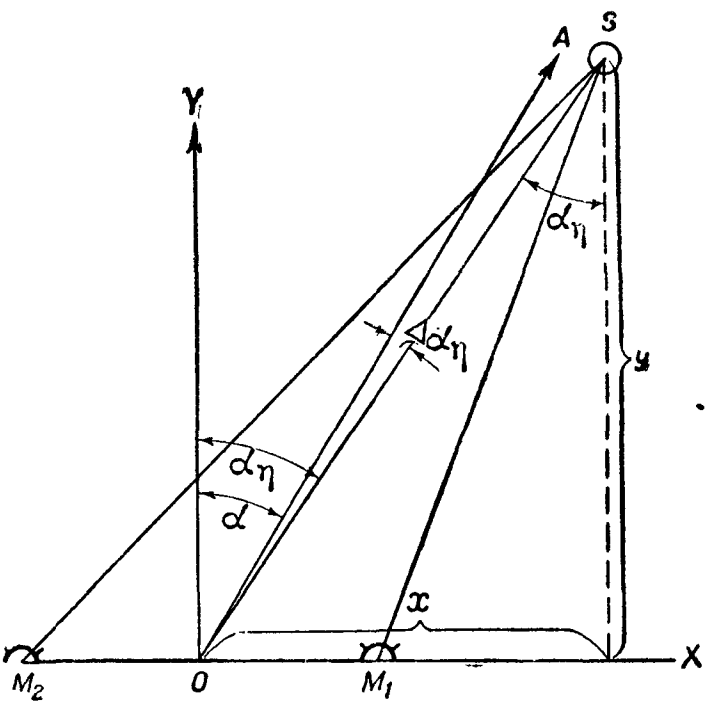


Рис. 46. Схема для вывода поправки на удаление

Для вывода формулы поправки на удаление воспользуемся рис. 46. Пусть звукоприемники M_1 и M_2 лежат в фокусах какой-либо гиперболы. Ось X направим вдоль акустической базы M_2M_1, а ось Y вдоль директрисы. Будем считать, что начало координат находится в точке O.

Пусть источник звука находится в точке S, лежащей на правой ветви гиперболы. Соединив точку S с точкой O, получим направление на источник звука OS. Угол между направлением директрисы и направлением OS обозначим через α_η. Угол α_η будет равен углу при точке S, который также обозначим через α_η. Проведем теперь из точки O прямую OA под углом α к директрисе. Эта прямая является асимптотой данной гиперболы.

Из рис. 46 видно, что угол α_η будет равен

$$\alpha_\eta = \alpha + \Delta\alpha_\eta, \tag{6}$$

где угол $\Delta\alpha_\eta$ является поправкой в угол α на удаление.

Индекс η у α означает, что угол α взят с поправкой на удаление. Индекс η у $\Delta\alpha$ означает, что угол $\Delta\alpha$ является поправкой на удаление.

Таким образом, для определения направления на источник звука, когда последний лежит на небольшом удалении от центра акустической базы (меньше $9l$), надо к углу α прибавить угол $\Delta\alpha_\eta$.

Дальнейшей нашей задачей и будет являться определение этого угла $\Delta\alpha_\eta$.

Координатами точки S в принятой нами системе координат будут x и y.

Синус угла α_η будет равен

$$\sin\alpha_\eta = \frac{x}{OS},$$

или, обозначив OS через R, будем иметь:

$$\sin\alpha_\eta = \frac{x}{R}. \tag{7}$$

Из формулы (7) видно, что для определения $\sin\alpha_\eta$ надо знать x и R.

С достаточной для практики точностью величина R определяется приближенно по планшету, а именно, зная район особого внимания, берут величину R равной дальности от центра акустической базы до центра этого района.

В дальнейшем вместо величины R будем пользоваться отношением R (дальности) к l (длине акустической базы). Отношение это обозначим через η (греческая буква „эта“) и будем иметь:

$$\eta = \frac{R}{l}. \tag{8}$$

Для определения x воспользуемся уравнениями окружности

$$x^2 + y^2 = R^2 \tag{9}$$

и гиперболы

$$\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} = 1, \tag{10}$$

в которых координаты x и y являются координатами одной и той же точки S, так как точка S одновременно лежит на окружности, проведенной радиусом R из точки O, и на гиперболе, фокусы которой лежат в точках M_1 и M_2.

Решая совместно уравнения (9) и (10), определим x. Взяв y^2 из уравнения окружности

$$y^2 = R^2 - x^2$$

и подставив значение его в уравнение гиперболы, получим

$$\frac{x^2}{a^2} - \frac{R^2 - x^2}{b^2} = 1. \tag{11}$$

Приводя члены уравнения (11) к общему знаменателю, будем иметь

$$x^2b^2 - R^2a^2 + x^2a^2 = a^2b^2,$$

откуда

$$x^2(b^2 + a^2) = a^2b^2 + R^2a^2$$

или

$$x^2 = \frac{a^2(R^2 + b^2)}{b^2 + a^2}. \tag{12}$$

Принимая во внимание, что $b^2 + a^2 = c^2$ и что $\frac{a}{c} = \sin\alpha$, выражение (12) перепишем так:

$$x = \sin\alpha\sqrt{R^2 + b^2}. \tag{12'}$$

Заменим теперь R через $l\eta$ и вынесем R из-под корня, тогда

$$x = R\sin\alpha\sqrt{1 + \frac{b^2}{l^2\eta^2}}. \tag{13}$$

Разделив обе части выражения (13) на R и имея в виду, что $\frac{x}{R} = \sin\alpha_\eta$ и $l = 2c$, будем иметь

$$\sin\alpha_\eta = \sin\alpha\sqrt{1 + \frac{b^2}{4c^2\eta^2}}. \tag{14}$$

Отрезок KN на рис. 45 является величиной b и угол β на этом рисунке равен углу α, следовательно,

$$\frac{b}{c} = \cos\alpha. \tag{15}$$

Отсюда

$$\sin\alpha_\eta = \sin\alpha\sqrt{1 + \frac{\cos^2\alpha}{4\eta^2}}. \tag{16}$$

По формуле (16) можно было бы определять величину $\sin\alpha_\eta$, а следовательно, и величину угла α_η.

Однако формула (16) сложна и в практической работе непригодна. Постараемся ее упростить. Произведем при-

ближенное извлечение квадратного корня. Это можно сделать потому, что величина $\frac{\cos^2\alpha}{4\eta^2}$ мала по сравнению с единицей, так как η редко бывает меньше 2, а $\cos^2\alpha$ не может быть больше единицы. При приближенном извлечении квадратного корня получаем:

$$\sin\alpha_\eta = \sin\alpha\left(1 + \frac{\cos^2\alpha}{8\eta^2}\right), \tag{17}$$

или, раскрывая скобки, получаем:

$$\sin\alpha_\eta = \sin\alpha + \frac{\sin\alpha\cos^2\alpha}{8\eta^2}. \tag{18}$$

Заменяя $\sin\alpha\cos\alpha$ через $\frac{1}{2}\sin 2\alpha$, окончательно получаем, что

$$\sin\alpha_\eta = \sin\alpha + \frac{\sin 2\alpha}{16\eta^2}\cos\alpha. \tag{19}$$

Величина $\frac{\sin 2\alpha}{16\eta^2}\cos\alpha$ будет являться **поправкой к синусу угла** α на удаление.

Угловую поправку на удаление $\Delta\alpha_\eta$ получим следующим образом. Напишем, что

$$\sin\alpha_\eta = \sin(\alpha + \Delta\alpha_\eta) = \sin\alpha\cos\Delta\alpha_\eta + \cos\alpha\sin\Delta\alpha_\eta.$$

Принимая во внимание, что величина $\Delta\alpha_\eta$ мала, можно $\cos\Delta\alpha_\eta$ считать равным единице, и тогда

$$\sin\alpha_\eta - \sin\alpha = \cos\alpha\sin\Delta\alpha_\eta,$$

откуда

$$\sin\Delta\alpha_\eta = \frac{\sin\alpha_\eta - \sin\alpha}{\cos\alpha},$$

а так как согласно формуле (19)

$$\sin\alpha_\eta - \sin\alpha = \frac{\sin 2\alpha}{16\eta^2}\cos\alpha,$$

то

$$\sin\Delta\alpha_\eta = \frac{\sin 2\alpha}{16\eta^2}. \tag{20}$$

Ввиду малости угла $\Delta\alpha_\eta$ можно величину $\sin\Delta\alpha_\eta$ заменить величиной угла $\Delta\alpha_\eta$, и тогда получим:

$$\Delta\alpha_\eta = \frac{\sin 2\alpha}{16\eta^2}. \tag{21}$$

По формуле (21) и рассчитывается поправка в угол α на удаление.

Так как в практической работе подразделений звуковой разведки построения направлений на цель производят непосредственно по синусам угла α, поэтому и все поправки вводят в синус угла α.

Поправки в синус угла α принято обозначать через $\Delta\tau$ с соответствующим индексом. В данном случае поправка на удаление в синус угла α будет

$$\Delta\tau_{\eta} = \frac{\sin 2\alpha}{16\,\eta^2}\cos\alpha. \qquad (22)$$

Сопоставляя формулы (21) и (22), видим, что они отличаются только величиной $\cos\alpha$[1].

Выше было указано, что ветви гиперболы лежат дальше от мнимой оси ее, чем асимптоты, и что знак поправки на удаление должен быть таким же, как и знак угла α. Это положение вполне согласуется с формулой (22). Из этой формулы и особенно из формулы (18) видно, что при принятых нами обозначениях знак поправки действительно зависит от знака угла $\alpha(\sin\alpha)$, т. е. при положительных значениях угла α, лежащих вправо от директрисы, знак поправки будет плюс, а при отрицательных значениях угла α, лежащих влево от директрисы, знак поправки будет минус.

Из формулы (22) видно, что величина поправки зависит от величины η, следовательно, при данной длине базы l — от удаления. При уменьшении величины η (при уменьшении удаления) поправка увеличивается, а при увеличении η (при увеличении удаления) уменьшается и при $\eta = \infty$ делается равной нулю. Это положение также согласуется с тем, что чем дальше лежит источник звука от середины вещественной оси, тем ближе подходит асимптота к ветви гиперболы и в бесконечности касается ее.

Расчеты показывают, что согласно формуле (22) поправка увеличивается при увеличении угла α до 30°. При $\eta > 9$ и $\alpha = 30°$ поправка $\Delta\tau_{\eta} < 0{,}0005$, поэтому при $\eta > 9$ поправка во внимание не принимается.

Пример. Дано $\eta = 10$ и $\alpha = 30°$. Определить $\Delta\tau_{\eta}$.

Решение:

$$\Delta\tau = \frac{\sin 2\alpha}{16\,\eta^2}\cos\alpha = \frac{0{,}866 \cdot 0{,}866}{16 \cdot 100} = 0{,}00047.$$

В практической работе звуковой разведки величину поправки на удаление определяют по таблице, рассчитан-

---

[1] Все поправки в угол α, как то: поправка на ветер, параллакс перьев и т. д., будут отличаться от поправок в синус угла α только величиной $\cos\alpha$, поэтому в дальнейшем при рассмотрении других поправок формулы поправок в угол α выводить не будем.

ной по формуле (22). Таблица поправок на удаление дана в приложении 3.

Входными данными в таблице поправки на удаление являются величины $\sin\alpha$ и η. Величины $\sin\alpha$ даны через 0,100 от 0 до 0,700 и величины η даны от 1,5 до 9. Величины поправок даны в тысячных синуса. При пользовании таблицей находят в верхней строке величину $\sin\alpha$, а в левом столбце величину η или близкие к полученным и в соответствии с этим берут поправку $\Delta\tau_\eta$.

Пример. Пусть получили $\sin\alpha = +0{,}373$, а $\eta = 4{,}7$. Находим в верхней строке $\sin\alpha = 0{,}400$, а в левом столбце $\eta = 5$. Поправка будет $\Delta\tau_\eta = 0{,}002$ или $\Delta\tau_\eta = 2$ тысячным синуса.

В результате $\sin\alpha_\eta = \sin\alpha + \Delta\tau_\eta = 0{,}373 + 0{,}002 = +0{,}375$.

При $\sin\alpha = -0{,}373$ будем иметь $\Delta\tau_\eta = -0{,}002$ или $\sin\alpha_\eta = -0{,}375$.

Если величина η меньше 1,5, то значение ее надо брать до 0,1 и рассчитывать величину поправки по формуле (22).

Задача 4. Определить $\Delta\tau_\eta$ при $\sin\alpha = 0{,}300$; $R = 5$ *км* и $l = 1\,250$ *м*.

Задача 5. Определить $\Delta\tau_\eta$ при $\sin\alpha = -0{,}350$; $R = 6$ *км* и $l = 1\,050$ *м*.

Задача 6. Определить $\Delta\tau_\eta$ при $\sin\alpha = 0{,}210$; $R = 7{,}7$ *км* и $l = 980$ *м*.

§ 4. ПОПРАВКА НА ВЕТЕР

В § 1 был рассмотрен вопрос определения направления на источник звука при отсутствии ветра. Но из главы II нам известно, что ветер, с одной стороны, изменяет скорость звука и, с другой стороны, сносит центр звуковой волны в сторону.

Вследствие этих явлений возникают ошибки при определении направления на источник звука. Действительно, пусть источник звука находится в точке S (рис. 47), а звукоприемники в точках M_1 и M_2 и пусть направление ветра совпадает с направлением SO. В этом случае скорость звука $C + W$ будет больше скорости звука C, т. е. $C + W > C$.

Поэтому разность времен τ будет меньше той разности, которая получилась бы при отсутствии ветра. Например, пусть от источника звука до первого звукоприемника дальность равна 5000 *м*, а до второго 5500 *м*, разность расстояний будет 500 *м*. При скорости звука, например, $C = 333{,}3$ *м/сек* разность времен будет $\tau_1 = \frac{500}{333{,}3} = 1{,}5$ секунды, а при скорости звука $C + W = 340$ *м/сек* разность времен $\tau_2 = \frac{500}{340} = 1{,}47$ секунды, т. е. получаем, что τ_2 меньше τ_1 на 0,03 секунды, откуда при $T = 3$ се-

кунды будем иметь ошибку в синусе угла α, равную 0,01. Следовательно, для учета влияния скорости звука надо к углу α, определяемому по формуле $\sin\alpha = \frac{C\tau}{l}$, прибавлять поправку, которую обозначим через $\Delta\alpha_{W_1}$.

В дальнейшем поправку $\Delta\alpha_{W_1}$ будем называть **поправкой на скорость ветра**. Угол α с поправкой на скорость ветра будем обозначать через α_{W_1}, тогда

$$\alpha_{W_1} = \alpha + \Delta\alpha_{W_1}. \qquad (23)$$

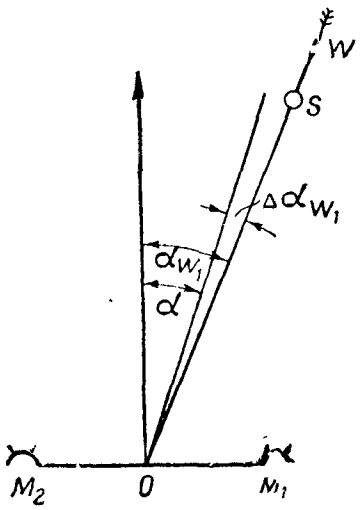


Рис. 47. Ошибка в определении угла α, получаемая вследствие изменения скорости звука под влиянием ветра

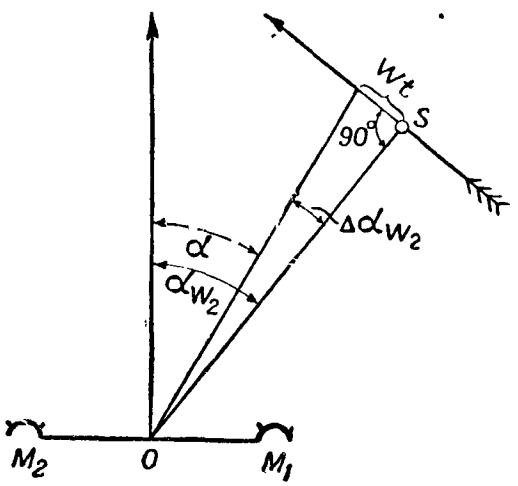


Рис. 48. Ошибка в определении угла α вследствие смещения центра звуковой волны под влиянием ветра

Представим теперь, что направление ветра перпендикулярно к направлению линии SO (рис. 48). В этом случае центр звуковой волны будет смещен по направлению ветра на величину Wt или на угол $\Delta\alpha_{W_2}$ и направление на источник звука будет определяться углом

$$\alpha_{W_2} = \alpha + \Delta\alpha_{W_2}. \qquad (24)$$

Здесь $\Delta\alpha_{W_2}$—**поправка на смещение центра звуковой волны.**

В действительности направление ветра обычно не совпадает с направлением SO и не совпадает с направлением, перпендикулярным к SO, а идет под каким-то углом γ к этому направлению, поэтому приходится рассматривать продольную слагающую ветра, идущую по направлению SO, и боковую слагающую, идущую перпендикулярно к этому направлению (рис. 49). Вследствие

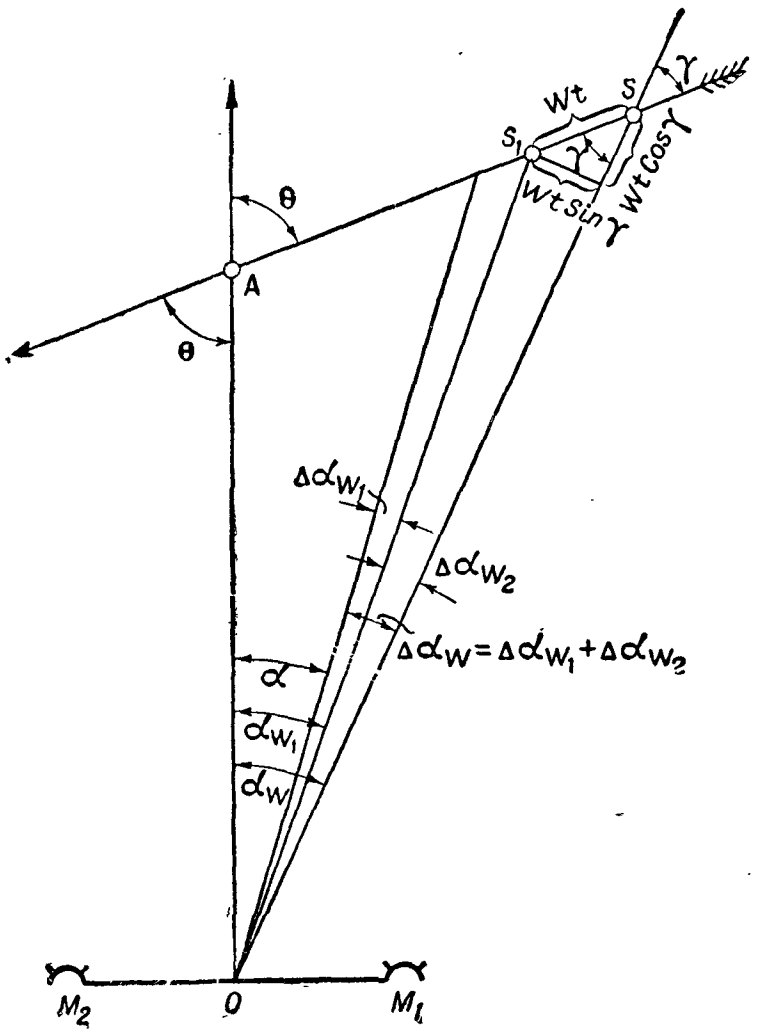


Рис. 49. Схема для вывода общей формулы поправки на ветер

этого для определения действительного направления на источник звука надо вводить поправки на скорость ветра и на смещение центра звуковой волны, т. е. в этом случае

$$\alpha_W = \alpha + \Delta\alpha_{W_1} + \Delta\alpha_{W_2}, \qquad (25)$$

или, обозначая сумму поправок $\Delta\alpha_{W_1} + \Delta\alpha_{W_2}$ через $\Delta\alpha_W$, будем иметь

$$\alpha_W = \alpha + \Delta\alpha_W. \qquad (26)$$

Обозначим теперь поправку на скорость звука в синус угла α через $\Delta\tau_{W_1}$, а поправку на смещение центра звуковой волны через $\Delta\tau_{W_2}$, и тогда

$$\sin\alpha_W = \sin\alpha + \Delta\tau_{W_1} + \Delta\tau_{W_2}. \qquad (27)$$

Наконец, обозначая сумму поправок $\Delta\tau_{W_1} + \Delta\tau_{W_2}$ через $\Delta\tau_W$, получаем, что

$$\sin\alpha_W = \sin\alpha + \Delta\tau_W, \tag{28}$$

где $\Delta\tau_W$ — суммарная поправка в синус угла α, учитывающая влияние ветра на скорость звука и смещение центра звуковой волны.

Выведем в отдельности формулы для $\Delta\tau_{W_1}$ и $\Delta\tau_{W_2}$, а затем и формулу для суммарной поправки $\Delta\tau_W = \Delta\tau_{W_1} + \Delta\tau_{W_2}$.

Вывод формулы поправки на скорость ветра

Из главы II нам известно [см. формулу (14)], что скорость звука при наличии ветра определяется по формуле

$$C_W = C + W\cos\gamma, \tag{14. II}$$

Синус угла α с учетом изменения скорости звука будет определяться по формуле

$$\sin\alpha_{W_1} = \frac{(C + W\cos\gamma)\tau}{l}, \tag{29}$$

где τ — разность времен, получаемая с ленты регистрирующего прибора.

Представим уравнение (29) в таком виде:

$$\sin\alpha_{W_1} = \frac{C\tau}{l} + \frac{W\tau}{l}\cos\gamma,$$

или, умножив числитель и знаменатель второго слагаемого правой части уравнения на C и заменяя $\frac{C\tau}{l}$ через $\sin\alpha$, будем иметь, что

$$\sin\alpha_{W_1} = \sin\alpha + \frac{W}{C}\sin\alpha\cos\gamma, \tag{30}$$

где $\frac{W}{C}\sin\alpha\cos\gamma$ и будет являться поправкой в синус угла α на скорость ветра, т. е.

$$\Delta\tau_{W_1} = \frac{W}{C}\sin\alpha\cos\gamma. \tag{31}$$

Вывод формулы поправки на смещение центра звуковой волны

Под влиянием боковой слагающей ветра $Wt\sin\gamma$ (рис. 49) центр звуковой волны будет смещен на угол $\Delta\alpha_{W_2}$. Согласно формуле (15) (глава II) синус этого угла равен:

$$\sin\Delta\alpha_{W_2} = \frac{W}{C}\sin\gamma.$$

Угол α с поправкой на скорость ветра и на смещение центра волны будет равен:

$$\alpha_W = \alpha_{W_1} + \Delta\alpha_{W_2}, \tag{32}$$

где α_{W_1} — угол α с поправкой на скорость ветра.

Возьмем синус от обеих частей равенства (32); тогда

$$\sin\alpha_W = \sin(\alpha_{W_1} + \Delta\alpha_{W_2}) = \sin\alpha_{W_1}\cos\Delta\alpha_{W_2} + \\ + \cos\alpha_{W_1}\sin\Delta\alpha_{W_2}.$$

Ввиду малости угла $\Delta\alpha_{W_2}$ можно считать, что $\cos\Delta\alpha_{W_2}$ равен единице, и тогда

$$\sin\alpha_W = \sin\alpha_{W_1} + \cos\alpha_{W_1}\sin\Delta\alpha_{W_2}. \tag{33}$$

Второй член правой части равенства (33) и будет являться поправкой на смещение в синус угла α_{W_1}, поэтому

$$\Delta\tau_{W_2} = \cos\alpha_{W_1}\sin\Delta\alpha_{W_2}. \tag{34}$$

Заменяя теперь $\sin\Delta\alpha_{W_2}$ его значением из формулы (15) главы II, окончательно будем иметь:

$$\Delta\tau_{W_2} = \frac{W}{C}\sin\gamma\cos\alpha_{W_1}. \tag{35}$$

Общая поправка на ветер

Складывая поправки на скорость ветра и на смещение центра звуковой волны, получим общую поправку на ветер

$$\Delta\tau_W = \Delta\tau_{W_1} + \Delta\tau_{W_2} = \frac{W}{C}\sin\alpha\cos\gamma + \frac{W}{C}\sin\gamma\cos\alpha_{W_1}.$$

Вынося $\frac{W}{C}$ за скобку, будем иметь, что

$$\Delta\tau_W = \frac{W}{C}(\sin\alpha\cos\gamma + \cos\alpha_{W_1}\sin\gamma). \tag{36}$$

Принимая во внимание, что угол α_{W_1} мало отличается от угла α, полученное выражение можно переписать в таком виде:

$$\Delta\tau_W = \frac{W}{C}\sin(\alpha + \gamma). \tag{37}$$

Из рис. 49 видно, что угол θ как внешний угол треугольника OAS равен сумме двух углов $\alpha_W + \gamma$, с ним несмежных. Но угол α_W также мало отличается от угла α (на величину $\Delta\alpha_{W_1} + \Delta\alpha_{W_2}$). Кроме того, следует учитывать,

что угол γ определяется с ошибкой, примерно равной 1-00—1-50. Поэтому с небольшой погрешностью можем написать, что угол θ будет равен сумме углов $\alpha + \gamma$. Заменяя теперь сумму $\alpha + \gamma$ через θ, получим, что суммарная поправка на ветер будет:

$$\Delta\tau_W = \frac{W}{C} \sin\theta, \tag{38}$$

где θ — угол между направлением ветра и направлением директрисы [1]. Угол θ определяется по формуле

$$\theta = Д(W) - Д(ОД), \tag{39}$$

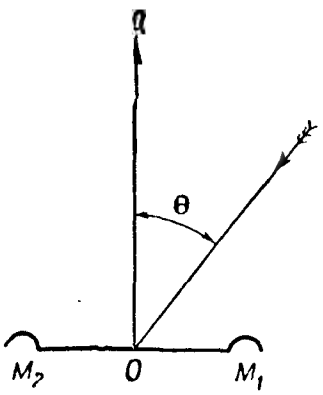


Рис. 50. Схема определения угла θ

где $Д(W)$ — дирекционный угол ветра, а $Д(ОД)$ — дирекционный угол директрисы (рис. 50). Ввиду большой ошибки в определении направления ветра, угол θ определяется с точностью до 1-00.

Из формулы (38) видно, что величина поправки не зависит от угла α, а зависит только от скорости ветра, скорости звука и угла θ. В соответствии с этим поправку на ветер можно определять заранее до получения величин τ по данной цели. Из формулы (38) также видно, что знак поправки на ветер зависит от знака синуса угла θ, т. е. от величины угла θ.

Если угол θ меньше 30-00 (180°), то знак поправки будет плюс, а если угол θ будет больше 30-00 (180°), то знак поправки будет минус.

Пример. Пользуясь формулой (38), найдем, чему будет равна поправка при $W = 5$ *м/сек*, $Д(W) = 6\text{-}00$ и $Д(ОД) = 1\text{-}00$ при $C = 333{,}3$ *м/сек*.

Решение. Находим сначала угол θ; он будет равен 5-00, $\sin(5\text{-}00) = 0{,}5$; $\Delta\tau_W = \frac{5}{333{,}3} \cdot 0{,}5 = 0{,}008$.

Поправку надо брать со знаком плюс, так как угол $\theta < 30\text{-}00$. При $\sin\alpha = +0{,}300$ $\sin\alpha_W = +0{,}300 + 0{,}008 = 0{,}308$.

Поправка на ветер может достигать больших значений, например, при $\theta = 15\text{-}00$ и при $W = 10$ *м/сек* поправка будет порядка 30 тысячных синуса или порядка 30 делений угломера.

---

[1] Формула угловой поправки на ветер, согласно сноске на стр. 68, будет иметь такой вид:

$$\Delta\alpha_W = \frac{W}{C} \frac{\sin\theta}{\cos\alpha}. \tag{40}$$

При больших значениях углов θ ошибка в скорости ветра, равная 1 *м/сек*, вызывает ошибку в определении поправки, равную 0,003. Ошибка в направлении ветра, равная 2-00, также может вызвать ошибку в определении поправки до 2—3 делений угломера, в особенности при малых углах θ.

Пример 1. Пусть вместо скорости ветра, равной 5 *м/сек*, взяли 6 *м/сек*. Тогда, положив $C = 333{,}3$ *м/сек* и $\theta = 15\text{-}00$, будем иметь при $W = 5$ *м/сек* $\Delta\tau_W = 0{,}015$, а при $W = 6$ *м/сек* $\Delta\tau_W = 0{,}018$, т. е. разница будет равна 0,003.

Пример 2. Пусть вместо угла $\theta = 4\text{-}00$ взяли угол $\theta = 6\text{-}00$. Тогда, положив опять $C = 333{,}3$ *м/сек* и $W = 5$ *м/сек*, будем иметь при $\theta = 4\text{-}00$ $\Delta\tau_W = 0{,}006$, а при $\theta = 6\text{-}00$ $\Delta\tau_W = 0{,}009$, т. е. разница равна 0,003.

Суммарная ошибка вследствие неточного определения скорости и направления ветра может достигать 4 и более делений угломера.

В практической работе звуковой разведки поправку на ветер берут по заранее рассчитанным таблицам, составленным по формуле

$$\Delta\tau_W = \frac{W}{C} \sin\theta. \qquad (38)$$

Из формулы (38) видно, что поправка зависит от трех величин: скорости ветра, скорости звука и синуса угла θ, причем скорость звука C в свою очередь зависит от температуры.

С изменением величины скорости звука C вследствие изменения температуры поправка $\Delta\tau_W$ изменяется сравнительно мало, например, при изменении t на 10° скорость звука изменяется на 6 *м/сек*. В зависимости от этого $\Delta\tau_W$ изменится только на 2%.

Если взять величину $\Delta\tau_W$ при $W = 15$ *м/сек* и $\theta = 15\text{-}00$, равную 45 тысячных, то и при этих значениях W и θ поправка на ветер при изменении скорости звука на 6 *м/сек* изменится менее чем на 0,001.

Однако при изменении температуры от $-40°$ до $+40°$, т. е. на 80°, скорость звука изменяется примерно на 50 *м/сек*. В зависимости от этого поправки на ветер при $t = -40°$ и $t = +40°$ будут значительно отличаться между собой. При $t = -40°$ $C = 306$ *м/сек*, а при $t = +40°$ $C = 354$ *м/сек*, поэтому в первом случае при $W = 15$ *м/сек* и $\theta = 15\text{-}00$ $\Delta\tau_W = 0{,}049$ и во втором случае $\Delta\tau_W = 0{,}042$, т. е. расхождение на 0,007.

Если таблицу поправок рассчитать для среднего значения температуры, т. е. для $t = 0°$, то получим при $W = 15$ *м/сек* и $\theta = 15\text{-}00$ $\Delta\tau_W = 0{,}045$. В этом случае при $W = 15$ *м/сек* и $\theta = 15\text{-}00$, пользуясь таблицей, будем делать ошибку при

$t = -40°$, равную 4 тысячным, и при $t = +40° - 3$ тысячным.

Поэтому для большей точности рассчитаны две таблицы: одна для положительных значений температур (при $t = +20°$) и другая для отрицательных (при $t = -20°$). Если скорость ветра меньше 10 *м/сек*, то при пользовании этими таблицами при t от $-40°$ до $+40°$ ошибка не превзойдет 0,001.

Такие две таблицы сведены в одну и даны в приложении 4. Правая часть таблицы составлена для положительных значений температуры, а левая для отрицательных. В средней части, состоящей из четырех столбцов, даны значения углов θ. В верхней части этих столбцов указаны знаки поправок. Значения поправок даны в тысячных синуса.

При пользовании таблицами находят в одном из средних четырех столбцов величину θ и в верхней строке — величину W и согласно им берут поправку $\Delta\tau_W$.

Пример. Дано $\theta = 23\text{-}00$, $W = 5$ *м/сек* и $t_v = +15°$. Требуется определить поправку на ветер.

Решение. Во втором столбце углов θ находим угол $\theta = 23\text{-}00$ и в правой части таблицы в столбце $W = 5$ против угла $\theta = 23\text{-}00$ находим величину поправки, равную 10 тысячным. Сверху столбца, в котором дана величина угла $\theta = 23\text{-}00$, стоит знак плюс, значит поправку надо брать со знаком плюс, т. е. $\Delta\tau_W = +10$ тысячным. Если бы угол θ был равен 37-00, то поправка имела бы знак минус и т. д.

Задача 7. Определить $\Delta\tau_W$ при $Д(W) = 5\text{-}00$, $Д(ОД) = 1\text{-}00$, $W = 5$ *м/сек* и $t = +10°$.

Задача 8. Определить $\Delta\tau_W$ при $Д(W) = 7\text{-}00$, $Д(ОД) = 18\text{-}00$, $W = 6$ *м/сек* и $t = -10°$.

Задача 9. Определить $\Delta\tau_W$ при $Д(W) = 19\text{-}00$, $Д(ОД) = 36\text{-}00$, $W = 10$ *м/сек* и $t = +15°$.

§ 5. УЧЕТ ВЛИЯНИЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ ИЗВЕСТНОМ РАСПРЕДЕЛЕНИИ ИХ ПО ВЫСОТЕ

Из главы II нам известно, что при благоприятных условиях слышимости звуковые лучи обращены выпуклостью кверху и бо́льшая часть их проходит в верхних слоях атмосферы. Там же было указано, что при дальностях засечки порядка 15—20 *км* вершина звуковых лучей может достигать 1 *км*. В этих случаях использование наземных метеорологических данных, измеряемых на высоте 2 *м* над землей, может привести к большим ошибкам.

Действительно, если бо́льшая часть звукового луча находится в верхних слоях атмосферы, то на распространение звуковой волны будут оказывать влияние ветер и температура [1] верхних слоев атмосферы.

[1] Для сокращения слово „виртуальная" опускаем.

Значения же ветра и температуры в верхних слоях атмосферы могут сильно отличаться от наземных значений Так, например, очень часто при скорости наземного ветра порядка 3—4 *м/сек* на высоте 200—300 *м* наблюдается ветер со скоростью 8—10 *м/сек.* Следовательно, если по всем данным надо будет принимать во внимание ветер на высоте 300 *м,* равный 8 *м/сек,* то при $\theta = 15\text{-}00$ поправка будет $\Delta\tau_W = 0{,}023$. Если же при этих условиях будем брать наземный ветер, равный 3 *м/сек,* то получим поправку $\Delta\tau_W = 0{,}009$, т. е. сделаем ошибку в 0,014.

Ошибка в определении направления на источник звука при разнице в температуре на 1° при угле α порядка 30° достигает 0,001.

Пример. Если вместо $t = 0°$ мы возьмем $t = +1°$, то при $\tau = 1{,}5$ секунды и $l = 1$ *км* в первом случае будем иметь

$$\sin\alpha = \frac{331 \cdot 1{,}5}{1000} = 0{,}496$$

и во втором случае

$$\sin\alpha = \frac{331{,}6 \cdot 1{,}5}{1000} = 0{,}497,$$

т. е. разница равна 0,001.

Таким образом при благоприятных условиях слышимости необходимо **принимать во внимание распределение метеорологических данных по высоте.**

При неблагоприятных условиях слышимости звуковые лучи искривляются кверху, и если звуковые волны и подходят к звукоприемникам, то главным образом по нижним слоям атмосферы вследствие явления диффузии и дифракции. В этих случаях **надо пользоваться наземными метеорологическими данными.**

При благоприятных условиях слышимости задачу нужно было бы решать следующим образом. Надо было бы каждый раз (при каждой засечке цели) находить истинный вид и положение звукового луча в атмосфере по направлению от источника звука к звукоприемнику и согласно этому находить и учитывать именно те значения ветра и температуры, которые оказывают влияние на распространение звуковой волны по данному лучу.

Но такой ход решения задачи труден и требует много времени. Поэтому на практике применяют другой вид учета распределения метеорологических данных по высоте, а именно: берут метеорологические данные на какой-либо определенной высоте, которую называют акустической высотой, и согласно этим метеорологическим данным

определяют поправку на ветер $\Delta\tau_W$, пользуясь для этого формулой (38).

Акустической высотой называется такая высота, на которой взятые для учета значения температуры и ветра влияют на распространение звука так же, как и действительные значения температуры и ветра, взятые на всем пути звука от цели до звукоприемников.

Акустическая высота лежит в так называемом **звукопроводящем слое.** Звукопроводящим слоем называется слой, в котором кривая скорости звука с высотой подни-

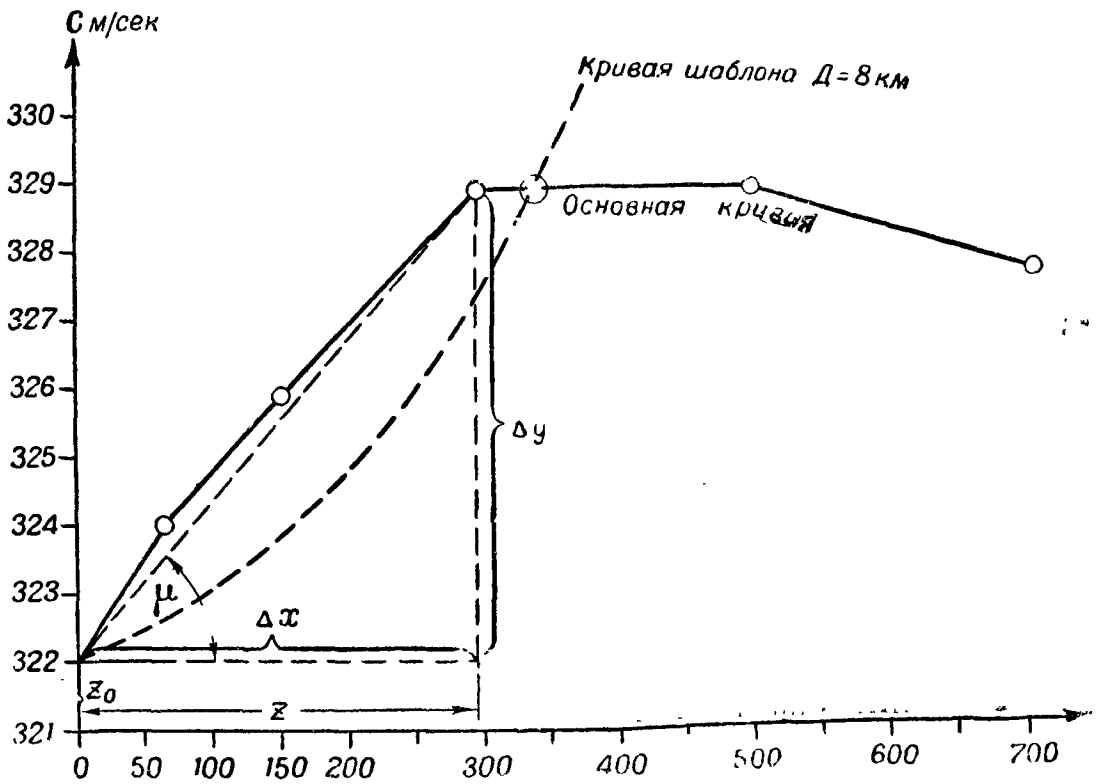


Рис. 51. График изменения скорости звука с высотой

мается (рис. 51) или проходит горизонтально (или близко к ней, например, кривая № 3 на рис. 52). Слой, в котором кривая с высотой понижается, называется слоем **незвукопроводящим** (кривая № 1 на рис. 52). Толщина звукопроводящего слоя берется от начала подъема кривой до максимального значения подъема. Высота, на которой начинается звукопроводящий слой, обозначается Z_0.

Звукопроводящий слой может начинаться от поверхности земли и доходить до некоторой высоты, как, например, это указано на рис. 51, на котором звукопроводящий слой идет от $Z_0 = 0$ до 500 *м*. Но часто наблюдаются случаи, когда наземный слой является незвукопроводящим, а более верхние слои звукопроводящими, как, например,

это указано на рис. 52 (см. кривую № 2). Согласно этой кривой звукопроводящий слой идет от $Z_0 = 150$ *м* до 300 *м*. Толщина звукопроводящего слоя согласно кривой

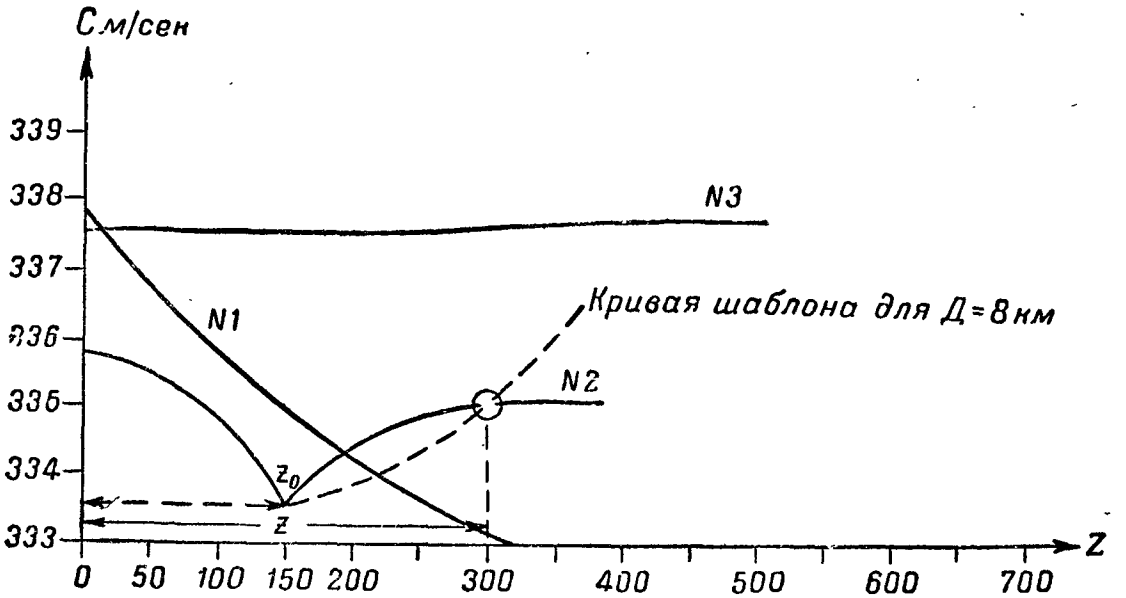


Рис. 52. Графики изменения скорости звука с высотой

на рис. 51 будет 500 *м*, а согласно кривой № 2 на рис. 52 — 150 *м*. Согласно этой же кривой № 2 на рис. 52 слой от 0 до $Z_0 = 150$ *м* незвукопроводящий. Подобное положение можно видеть и из рассмотрения графиков на рис. 33.

Определение акустической высоты

Акустическую высоту определяют расчетным способом или при помощи шаблона. Как в том, так и в другом случае строят кривую (график) изменения скорости звука по данному направлению в зависимости от распределения температуры и ветра по высоте.

Для построения кривой значения температуры и ветра берут из метеорологического бюллетеня „Метеозвук" на высотах 0, 50, 150, 300, 500, 700 и 900 *м*. В бюллетене даются значения виртуальной температуры.

Расчет значений скорости звука производится по формуле (14) (глава II):

$$C_W = C + W\cos\gamma.$$

Так как направление ветра определяется с большими ошибками, то угол γ определяют практически между направлением от источника звука до центров акустических баз, а не до каждого звукоприемника в отдельности. Благодаря этому вычисления кривых скорости звука сокра-

щаются вдвое, точность же работы уменьшается незначительно.

Для определения углов γ (рис. 53) строят на планшете положение цели по синусам угла α с крайних баз без поправок на ветер или же берут какую-либо точку в районе целей и при помощи целлулоидного круга определяют дирекционные углы $Д(ОЦ)$ с центров акустических баз на цель или на построенную точку. Далее угол γ определяют по формуле (16) (глава II)

$$\gamma = Д(W) - Д(ОЦ)$$

или же непосредственным измерением при помощи целлулоидного круга по планшету.

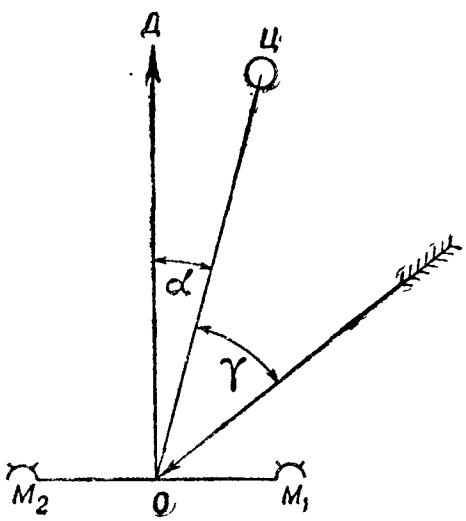


Рис. 53. Схема определения угла γ по планшету

Определение величин продольных слагающих ветра производят по таблице, данной в приложении 6, или же по кругу ветров, описание которого дано несколько ниже.

В дальнейшем продольную слагающую ветра будем обозначать через W_x:

$$W_x = W \cos \gamma. \qquad (41)$$

Приведем пример на построение графика изменения скорости звука для одной базы. Предположим, что от артиллерийского метеорологического взвода получили такие данные (до высоты 700 *м*).

15.8.48. 9 час. 15 мин.

Высота, *м*	Температура виртуальная в градусах	Направление ветра	Скорость ветра, *м/сек*
0	—11	32-00	5
50	—10	34-00	6
150	— 9	36-00	7
300	— 6	38-00	8
500	— 7	38-00	10
700	— 8	38-00	10

Расчет скорости звука и углов θ

Высота, *м*	2	50	150	300	500	700
Д(*W*)	32	34	36	38	38	38
Д(*ОД*)	50	50	50	50	50	50
θ	42	44	46	48	48	48
Д(*СЦ*)	51	51	51	51	51	51
γ	41	43	45	47	47	47
W	5	6	7	8	10	10
W_x	— 2	— 1	0	+2	+2	+2
t_g	—11	—10	—9	—6	—7	—8
C	324	325	326	327	327	326
C_W	322	324	326	329	329	328

Значения всех углов в бланке округлены до 1-00, а скорости звука до 1 *м/сек*.

Согласно полученным значениям C_W строят кривую в масштабе: по оси абсцисс откладывают значения высот 50 *м* в 1 *см* и по оси ординат значения скорости звука 1 *м* в 1 *см*. Построенная таким образом кривая показана на рис. 51; называется она **основной кривой**. Основную кривую строят для каждой акустической базы в отдельности.

Определение акустической высоты расчетным способом

Определение акустической высоты расчетным способом производят по формуле

$$Z = Z_0 + 5Д^2 \operatorname{tg} \mu, \qquad (42)$$

где Z — искомая акустическая высота в метрах;
Z_0 — высота начала звукопроводящего слоя в метрах;
$Д$ — расстояние от центра акустической базы до цели в километрах с точностью до 1 *км*;
$\operatorname{tg} \mu$ — тангенс угла подъема основной кривой (рис. 51):

$$\operatorname{tg} \mu = \frac{\Delta y}{\Delta x}, \qquad (43)$$

где Δy — ордината и Δx — абсцисса, измеряемые в миллиметрах (рис. 51). Величину $\operatorname{tg} \mu$ определяют с точностью до 0,1.

Если величина $\operatorname{tg} \mu$ окажется меньше 0,1, полагают $\operatorname{tg} \mu = 0$, т. е. считают, что кривая идет горизонтально, и тогда пользуются наземными метеорологическими данными. Если на высоте Z, вычисленной по формуле (42), кривая понижается или проходит горизонтально, то учитывают метеорологические данные на высоте, отвечающей верх-

ней границе звукопроводящего слоя (максимальному значению подъема кривой), или в точке, где начинается горизонтальный участок кривой. Например, если согласно рис. 51 получили $Z = 400$, надо брать $Z = 300$.

Согласно графику на рис. 51 определим значения акустической высоты Z при $Д = 7$ *км*. В данном случае будем иметь $Z_0 = 0$; $\Delta y = 70$ *мм*; $\Delta x = 60$ *мм*. При этих значениях $\operatorname{tg}\mu = 1{,}2$, откуда при $Z_0 = 0$ $Z = 0 + 5 \cdot 49 \cdot 1{,}2 = 294$ *м*.

Определение поправок на ветер производится, как и при учете наземных метеорологических данных. Но только в этом случае скорость и направление ветра берут на полученной акустической высоте Z согласно бюллетеню „Метеозвук" и по таблице (см. приложение 4) находят поправку.

Если определяемая акустическая высота Z будет отличаться от имеющихся в метеобюллетене, то метеорологические данные берут на высоте, наиболее близкой к той, которая имеется в нем. Например, если $Z = 180$ *м*, берут данные на высоте 150 *м*.

В нашем случае согласно высоте $Z = 294$ *м* берем метеорологические данные на высоте 300 *м*, т. е. берем $W = 8$ *м/сек*, $Д(W) = 38\text{-}00$ и $t_v = -6°$. При $Д(ОД) = 50\text{-}00$ получаем $\theta = 48\text{-}00$. Согласно этим данным по таблице поправок находим $\Delta\tau_W = -24$ тысячным.

При работе по наземным метеорологическим данным получили бы $\Delta\tau_W = -15$ тысячным, т. е. ошиблись бы на 0,009.

Основная кривая каждой базы пригодна для всех целей, расположенных вправо и влево на 1-00 от направления, для которой она построена, и для любой дальности засечки. Высота Z, а следовательно, и поправки на ветер, вычисленные для какой-либо цели, могут быть взяты для всех целей, дальности до которых не превышают 500 *м* от точки, для которой она вычислена.

Таким образом, в полосе разведки батареи шириной 5—6 *км* основные кривые достаточно построить только для нескольких точек, выбираемых подобно тому, как это делается при создании звуковых реперов на предмет исключения систематической ошибки.

При расчете значения $\sin\alpha$ берут величину базы во времени T соответственно скорости звука, рассчитанной с учетом наземной виртуальной температуры, т. е. в нашем случае при $t_v = -11°$.

В данном случае наземным значением температуры пользуются потому, что нас интересует скорость звука

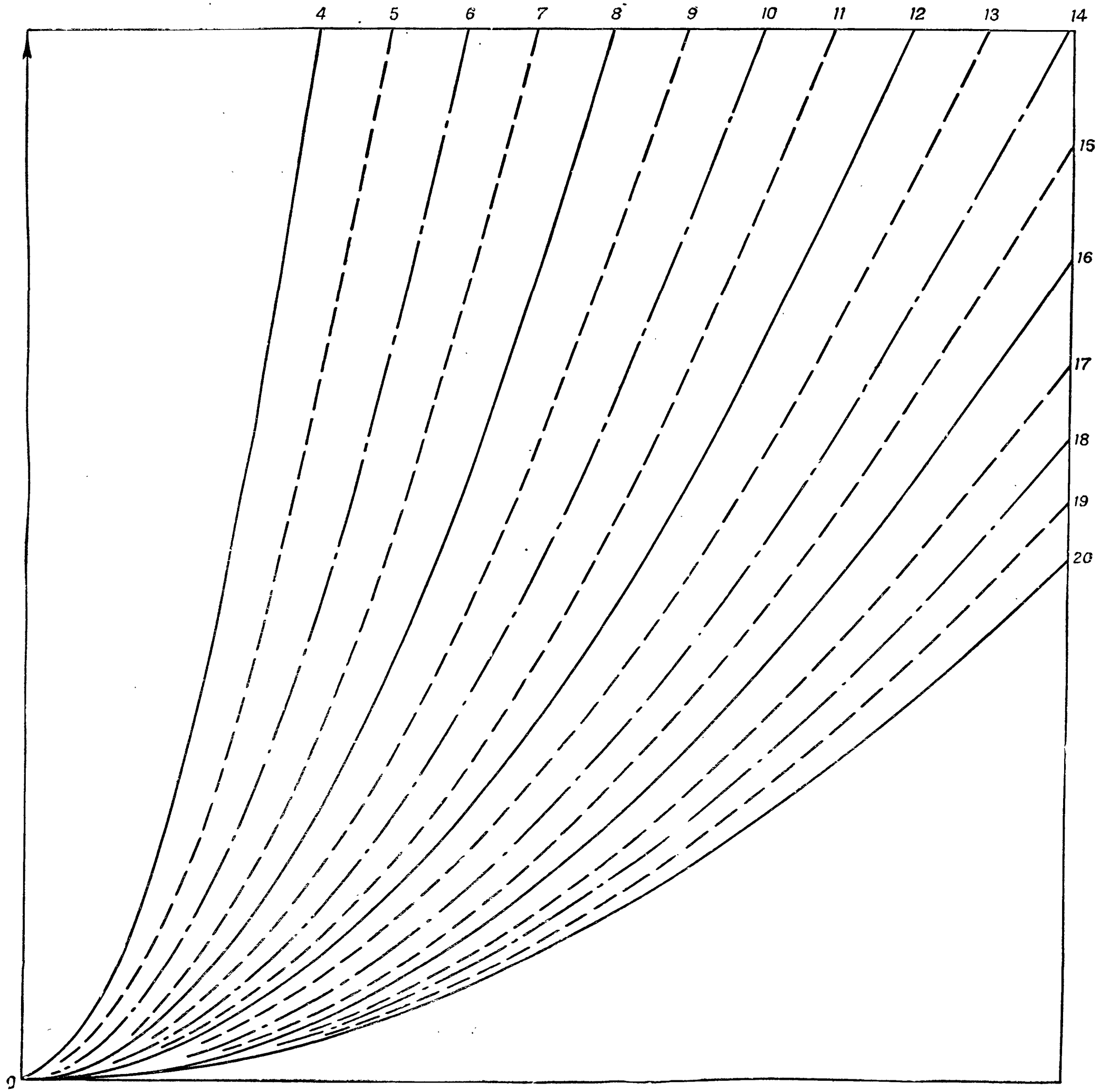


Рис. 54. Шаблон для определения акустической высоты

в конце звукового луча на отрезке, равном $C\tau$ от дальнего звукоприемника данной базы, а на данном отрезке звуковой луч проходит невысоко над поверхностью земли.

Определение акустической высоты при помощи шаблона

Шаблон (рис. 54) представляет собой пластинку из прозрачного целлулоида (пластмассы) размером 20×20 *см*. Шаблон может быть вычерчен и на восковке. На пластинке нанесены кривые для дальностей от 4 до 20 *км*[1]. Например, при дальности от центра базы до цели, равной 8 *км*, берут кривую, отмеченную цифрой 8.

Все кривые имеют общее начало — точку O. Для определения акустической высоты (величины Z) накладывают шаблон на основную кривую так, чтобы начало кривых O шаблона совпало с той точкой основной кривой, откуда начинается ее подъем (точка Z_0 на рис. 51 и рис. 52). Вертикальная линия шаблона, проходящая через точку O, должна совпадать с осью ординат графика основной кривой (рис. 51) или должна быть параллельна ей, если точка Z_0 находится вправо от оси ординат (кривая № 2 на рис. 52).

Наложив таким образом шаблон на график, отыскивают точку пересечения основной кривой с кривой шаблона, соответствующей дальности засекаемой цели. Из этой точки опускают на-глаз перпендикуляр на горизонтальную линию графика кривой и считывают на ней высоту Z.

Если кривые пересеклись на участке, где основная кривая поднимается, то полученная высота Z и будет являться искомой акустической высотой. Если же кривые пересеклись на участке, где основная кривая идет вниз или горизонтально, как на рис. 51, искомая акустическая высота Z будет соответствовать верхнему пределу звукопроводящего слоя или точке, где начинается горизонтальный участок кривой. На рис. 51 и 52 кривые шаблона отмечены пунктирными линиями. На рис. 51 кривая шаблона пересекает основную кривую в точке, соответствующей высоте 350 *м*, а на рис. 52 — в точке, соответствующей высоте 310 *м*. В обоих случаях метеорологические данные надо брать на высоте, равной 300 *м*.

Если кривые шаблона и графика нигде не пересекаются, то акустическую высоту берут равной Z_0 (согласно рис. 51 — на высоте, равной нулю, и согласно кривой № 2 на рис. 52 — на высоте, равной 150 *м*).

---

[1] При дальностях менее 4—5 *км* вершина звуковых лучей лежит обычно невысоко, поэтому в таких случаях пользуются только наземными метеорологическими данными.

В Наставлении АИР, часть III, рекомендуется основную кривую строить в два приема, а именно: сначала построить кривую скорости звука в зависимости от температуры, а затем, прибавив величины W_x, построить основную кривую. Кривую скорости звука, построенную в зависимости от температуры, называют **начальной кривой.**

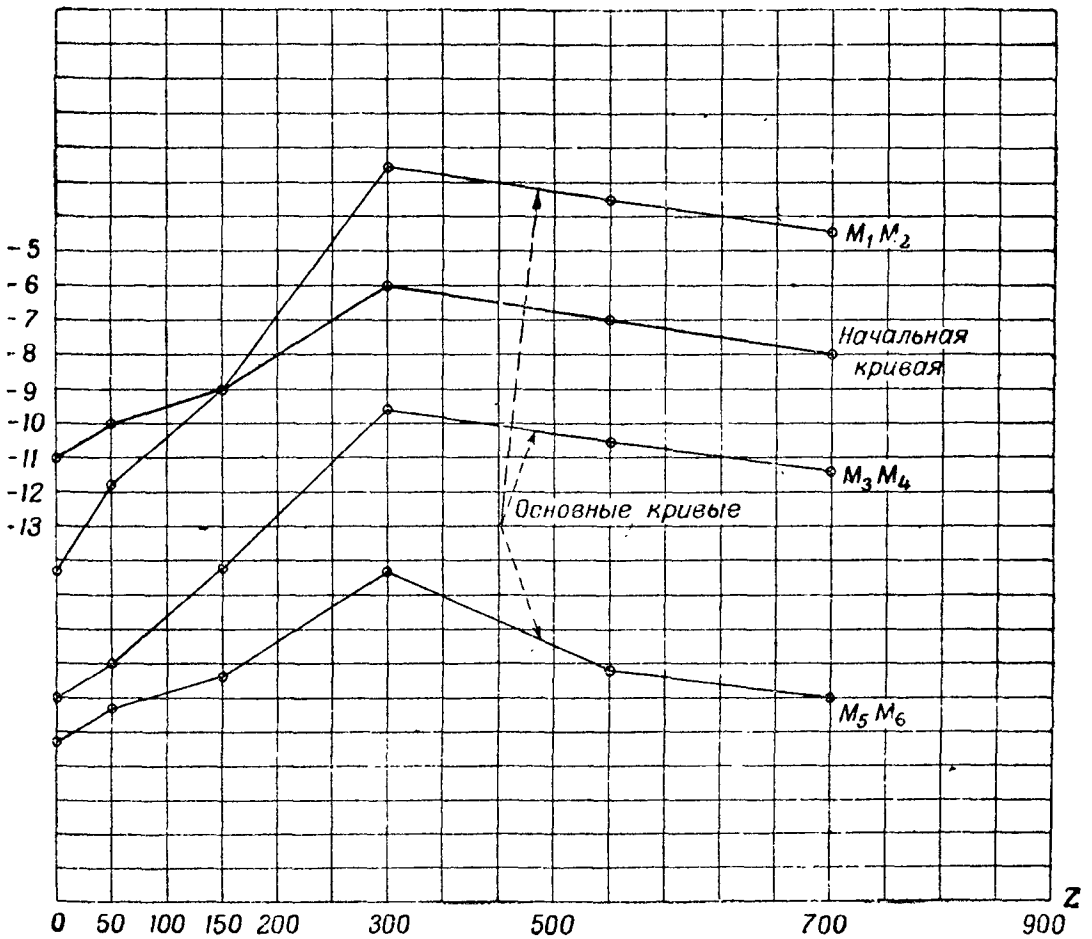


Рис. 55. Планшетка с нанесенными на ней начальной и основными кривыми для трех баз

Для сокращения времени кривые рекомендуется строить на специально изготовленной планшетке (рис. 55). Планшетка изготовляется из целлулоида, фанеры, покрытой бумагой, или из картона. На одной стороне планшетки нанесена сетка. По оси абсцисс идут высоты, на которых определены метеорологические данные, в масштабе 50 *м* в 1 *см*, а по оси ординат — значения температуры воздуха в масштабе 1° в 6 *мм*. Последний масштаб взят потому, что при изменении температуры на 1° скорость звука изменяется на 0,6 *м/сек*, следовательно, 0,1 *м/сек* соответствует 1 *мм*.

При отсутствии планшетки можно пользоваться обычной миллиметровой бумагой.

На другой стороне планшетки расположен круг ветров (рис. 56), при помощи которого определяют продольные слагающие ветра $W_x = W\cos\gamma$ для каждой высоты и для каждой базы в отдельности[1].

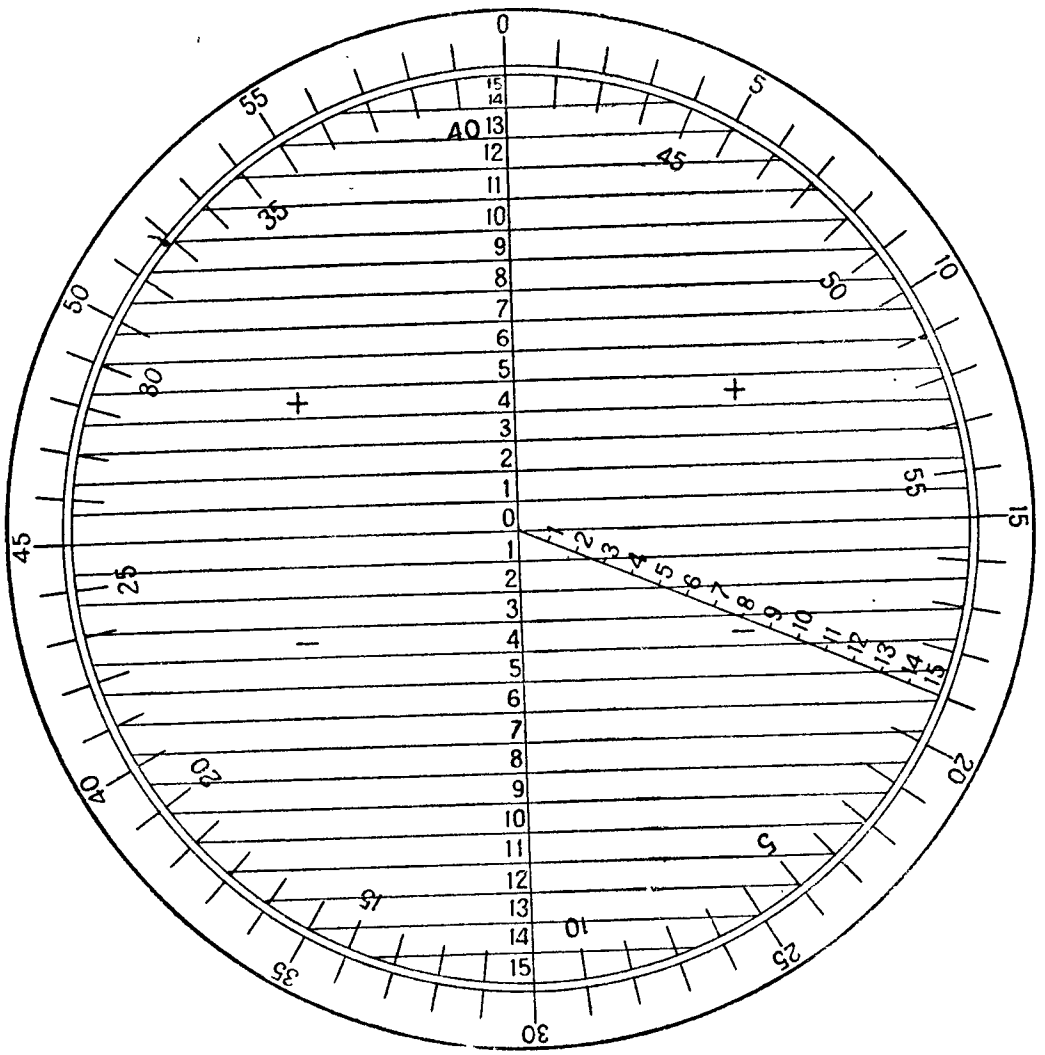


Рис. 56. Круг ветров для определения продольной слагающей ветра

Круг ветров состоит из подвижного и неподвижного круга с делениями через 1-00. На вертикальном диаметре неподвижного круга вверх и вниз от центра нанесена шкала продольной слагающей скорости ветра через 1 *м/сек*. Вверх идут положительные значения W_x, а вниз отрицательные значения W_x. Через означенные деления шкалы проведены горизонтальные линии.

[1] Если центр средней базы отстоит не более чем на 2—2,5 *км* от центров крайних баз, то для крайних баз можно основную кривую не строить, а пользоваться основной кривой данной средней базы.

Верхний подвижный круг прозрачный. На радиусе его нанесена шкала скорости ветра через 1 *м/сек*. При пользовании кругом поступают следующим образом. Совмещают величину $Д(W)$ на подвижном круге с величиной $Д(ОЦ)$ на неподвижном круге и проектируют скорость ветра W с радиуса подвижного круга на вертикальный диаметр неподвижного круга и считывают с него продольную слагающую ветра. Если радиус подвижного круга будет направлен вверх от горизонтального диаметра неподвижного круга, величину W_x берут с плюсом, если вниз — с минусом.

Пример. $Д(W) = 32\text{-}00$, $Д(ОЦ) = 51\text{-}00$, $W = 5$ *м/сек*.

Совмещаем деление 32 подвижного круга с делением 51 неподвижного, проектируем величину $W = 5$ *м/сек* с подвижного радиуса на нижнюю часть диаметра неподвижного круга и получаем $W_x = -2$.

Действительно, $\gamma = 32 + 60 - 51 = 41$; тогда $W_x = 5 \cos (41\text{-}00) = -2$.

Полученные значения W_x вместе с исходными значениями записываются в бланк.

Базы	правая		средняя		левая		
$Д(ОЦ)$	51		53		55		
$Д_ц$ в *км*	8		7		7		
H	2	50	150	300	500	700	900
$Д(W)$	32	34	36	38	38	38	—
t_v	−11	−10	− 9	− 6	− 7	− 8	—
W	5	6	7	8	10	10	—
$W_{x_{пр}}$*	− 2	− 1	0	+ 2	+ 2	+ 2	—
$W_{x_{ср}}$	− 3	− 2	− 1	0	0	0	—
$W_{x_{лев}}$	− 4	− 4	− 3	− 2	− 2	− 2	—

Порядок работы на планшетке

1. В полосе разведки батареи на удалении 7—8 *км* от центра геометрической базы намечают несколько точек и для каждой из них берут свою планшетку.

2. Определяют дальности до взятой точки от центров акустических баз и заносят их в бланк.

3. При помощи целлулоидного круга по планшету определяют дирекционные углы $Д(OS)$ с центров акустических баз на данную точку и полученные углы заносят в бланк.

4. Получив метеорологический бюллетень, расшифровывают его и данные вписывают в бланк — H, $Д(W)$, t_v и W.

---

* Индексы у W_x: „пр", „ср" и „лев" означают наименование баз.

5. Определяют продольные слагающие ветра W_x для каждой базы и значения их со своим знаком вписывают в бланк.

6. Проставляют значения температуры на вертикальной шкале планшетки так, чтобы на планшетке уложились основные кривые всех баз.

7. Строят начальную кривую согласно значениям температур, проставленных на вертикальной шкале планшетки (рис. 55).

8. Строят последовательно основные кривые для каждой базы согласно начальной кривой и величинам W_x, для чего при помощи циркуля и миллиметровой линейки откладывают от точек начальной кривой значения W_x в масштабе 1 *м/сек* в 1 *см*. При положительных значениях W_x отрезки, соответствующие этим величинам, откладывают вверх от начальной кривой и при отрицательных значениях W_x — вниз. На рис. 55 основная кривая для правой базы ($M_1 M_2$) построена согласно данным метеобюллетеня, приведенного выше.

9. При помощи шаблона определяют последовательно высоты Z для каждой базы в отдельности, учитывая при этом дальность до засекаемой цели.

При учете распределения метеорологических элементов по высоте основными высотами являются 150—300 *м*. Поэтому при наличии данных о распределении метеорологических элементов по высоте, но при отсутствии времени на определение акустической высоты указанным выше способом, берут значения ветра на высоте 150 *м* при дальности засечки до 8 *км* и на высоте 300 *м* при дальности засечки свыше 8 *км*.

Задача 10. Определить высоту Z и поправку на ветер при учете наземных метеорологических данных и при учете распределения их по высоте, если дано: $Д\,(ОД) = 2\text{-}00$, $Д\,(ОЦ) = 8\text{-}00$, $Д = 6$ *км*, при следующем распределении метеорологических элементов по высоте:

H	t_v	W	$Д(W)$
2	25	3	10
50	25	4	10
150	24	6	10
300	23	6	11
500	21	7	12
700	19	8	13

§ 6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРАВЛЕНИЯ НА ЦЕЛЬ ПРИ РАБОТЕ В ГОРНЫХ УСЛОВИЯХ МЕСТНОСТИ

Поправка на превышение (понижение) цели

При работе в горной местности цель может находиться значительно выше или ниже звукопостов. В обоих этих случаях расстояния до цели увеличиваются по сравнению с расстояниями при работе в горизонтальной плоскости, а вместе с этим увеличивается и время прохождения звуком этих расстояний. Действительно, если цель находится в точке *Ц* (рис. 57), то расстояние *ЦМ* будет больше

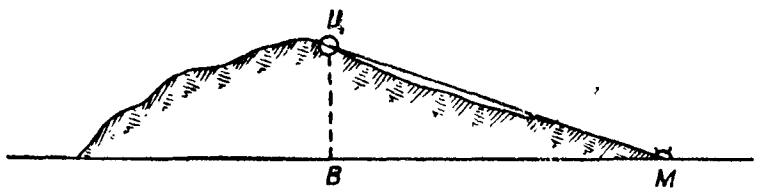


Рис. 57. Цель (точка *Ц*) находится выше звукоприемника (точка *М*)

расстояния *ВМ*, где *ВМ* является проекцией *ЦМ* на горизонтальную плоскость. Обозначив расстояние в наклонной плоскости через $Д_н$ и в горизонтальной плоскости через $Д_г$, будем иметь: $ЦМ = Д_н$ и $ВМ = Д_г$. Время, потребное звуку для прохождения расстояния в наклонной плоскости, обозначим через $t_н$ и для прохождения в горизонтальной плоскости через $t_г$. Превышение цели над звукопостом *ЦВ* обозначим через Δh.

При принятых нами обозначениях будем иметь:

$$t_г = \frac{Д_г}{C} \text{ и } t_н = \frac{\sqrt{Д_г^2 + \Delta h^2}}{C} \qquad (44)$$

Разность между временами $t_н$ и $t_г$ обозначим через Δt, т. е.

$$t_н - t_г = \Delta t. \qquad (45)$$

Подставляя из уравнения (44) значения $t_г$ и $t_н$ в уравнение (45), получим:

$$\Delta t = \frac{\sqrt{Д_г^2 + \Delta h^2} - Д_г}{C}. \qquad (46)$$

Для расчета величин Δt формула (46) несколько сложна. Приведем ее к более простому виду. Так как разность времен Δt мала, то она мало изменяется с изменением

скорости звука C. Вследствие этого для расчета величин Δt можно скорость звука C принять за величину постоянную и равную 333,3 *м/сек*, и тогда будем иметь:

$$\Delta t = 3\left(\sqrt{Д_г^2 + \Delta h^2} - Д_г\right), \qquad (47)$$

где Δt выражено в тысячных секунды.

Вынесем теперь из-под корня $Д_г$ и получим:

$$\Delta t = 3\left(Д_г\sqrt{1 + \frac{\Delta h^2}{Д_г^2}} - Д_г\right).$$

Принимая во внимание, что величина $\frac{\Delta h^2}{Д_г^2}$ мала по сравнению с единицей, можем произвести приближенное извлечение корня, и тогда

$$\Delta t = 3\left[Д_г\left(1 + \frac{1}{2}\frac{\Delta h^2}{Д_г^2}\right) - Д_г\right]$$

или окончательно

$$\Delta t = 1{,}5\frac{\Delta h^2}{Д_г}. \qquad (48)$$

Формула (48) остается справедливой и в том случае, если цель находится ниже звукового поста.

Совершенно очевидно, что для другого звукового поста базы получим такое же выражение, как и выражение (48), в котором надо подставить соответствующие значения $Д_г$ и Δh.

Разность между значениями Δt для правого и для левого звукопостов, т. е. $\Delta t_{пр} - \Delta t_{лев}$, и будет являться поправкой в разность времен τ, получаемую с ленты регистрирующего прибора. Обозначим эту поправку через $\Delta\tau'_h$, и тогда

$$\Delta\tau'_h = \Delta t_{пр} - \Delta t_{лев}. \qquad (49)$$

Поправку $\Delta\tau'_h$ будем называть **поправкой на превышение в разность времен** τ.

Знак поправки $\Delta\tau'_h$ определяется знаком разности $\Delta t_{пр} - \Delta t_{лев}$, где величины Δt всегда положительные, так как $t_н$ всегда больше $t_г$.

Справедливость формулы (49) легко пояснить путем следующих рассуждений.

Перепишем формулу (45) для левого и правого звуковых постов данной базы, т. е.

$$t_{н\ лев} - t_{г\ лев} = \Delta t_{лев};$$

$$t_{н\ пр} - t_{г\ пр} = \Delta t_{пр}. \qquad (50)$$

Вычитая почленно из верхнего уравнения нижнее, получим:

$$t_{\text{н лев}} - t_{\text{н пр}} - (t_{\text{г лев}} - t_{\text{г пр}}) = \Delta t_{\text{лев}} - \Delta t_{\text{пр}}.$$

Обозначая разность времен τ, получаемую при работе в наклонной плоскости, через $\tau_{\text{н}}$ и при работе в горизонтальной плоскости — через $\tau_{\text{г}}$, будем иметь:

$$\tau_{\text{н}} - \tau_{\text{г}} = \Delta t_{\text{лев}} - \Delta t_{\text{пр}}.$$

Перенеся теперь $\tau_{\text{н}}$ в правую сторону и изменив знаки на обратные, окончательно получим:

$$\tau_{\text{г}} = \tau_{\text{н}} + (\Delta t_{\text{пр}} - \Delta t_{\text{лев}}), \qquad (51)$$

где $\Delta t_{\text{пр}} - \Delta t_{\text{лев}}$ и является поправкой $\Delta\tau'_h$, которая вносится в величину $\tau_{\text{н}}$, получаемую при работе в наклонной плоскости.

Указанное выше правило знаков для $\Delta\tau'_h$ нетрудно пояснить путем следующих рассуждений. Пусть источник звука находится справа от директрисы, т. е. пусть разность времен будет величиной положительной, и пусть превышение цели над правым звукопостом данной базы больше, чем над левым, т. е. $\Delta h_{\text{пр}} > \Delta h_{\text{лев}}$. Значит путь до правого звукопоста увеличился больше, чем до левого, вследствие этого разности в дальностях стали меньше, а следовательно, стали меньше и разности времен τ. А так как в нашем случае разность времен положительная, то поправку надо брать со знаком плюс. Действительно, величина $\Delta\tau'_h = \Delta t_{\text{пр}} - \Delta t_{\text{лев}}$ будет иметь знак плюс, так как по условию путь до правого поста изменился больше, чем до левого, т. е. $\Delta t_{\text{пр}} > \Delta t_{\text{лев}}$.

Рассуждая таким образом, можно доказать правильность указанного правила знаков и для отрицательных величин τ, а также и тогда когда $\Delta t_{\text{пр}} < \Delta t_{\text{лев}}$.

Пример. Дано: высота цели $h_{\text{ц}} = 600$ *м*, высота правого звукопоста $h_{\text{пр}} = 100$ *м* и левого $h_{\text{лев}} = 200$ *м*. Горизонтальная дальность до цели для правого звукопоста $Д_{\text{г пр}} = 5\,300$ *м* и для левого $Д_{\text{г лев}} = 5\,500$ *м*.

Найти поправку на превышение $\Delta\tau'_h$.

Решение. Превышение цели над звукопостами будет:

$$\Delta h_{\text{пр}} = 500 \text{ м} \text{ и } \Delta h_{\text{лев}} = 400 \text{ м}.$$

$$\Delta t_{\text{пр}} = 1{,}5\frac{\Delta h^2}{Д_{\text{г}}} = 1{,}5 \cdot \frac{500^2}{5300} = 71 \text{ тысячных секунды}$$

и

$$\Delta t_{\text{лев}} = 1{,}5\frac{400^2}{5500} = 44 \text{ тысячных секунды},$$

откуда

$$\Delta\tau'_h = 0{,}027 \text{ секунды}.$$

Для определения величин Δt составлена номограмма (рис. 58)[1].

В левом столбце номограммы даны превышения (понижения) Δh в метрах, в правом столбце даны горизонтальные дальности $Д_{\text{г}}$. По наклонной линии даны величины Δt в тысячных долях секунды.

[1] Номограмма составлена Пентковским В. М.

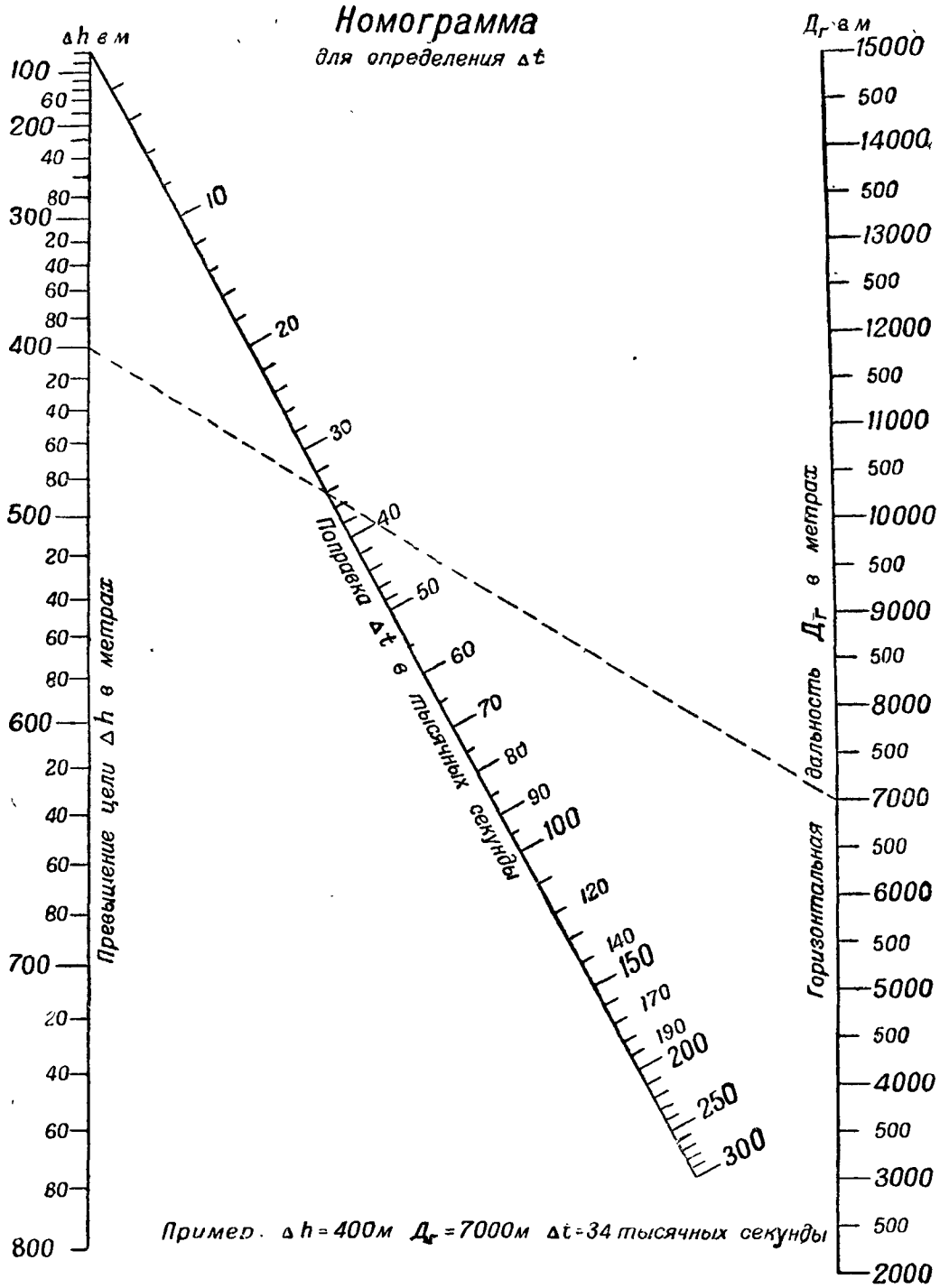


Рис. 58. Номограмма для определения Δt

Правило пользования номограммой для определения поправки на превышение

При получении $Д_г$ и Δh соединяют при помощи линейки или полоски бумаги значения $Д_г$ и Δh и по наклонной шкале берут величину Δt. Согласно выше приведенному примеру по номограмме получаем те же величины: $\Delta t_{пр} = 0{,}071$ секунды и $\Delta t_{лев} = 0{,}044$ секунды.

Для определения поправки в $\sin\alpha$ надо величину $\Delta\tau'_h$ разделить на базу во времени T. Деление можно производить при помощи логарифмической звукометрической линейки.

Поправку на превышение в синус угла α будем обозначать через $\Delta\tau_h$:

$$\Delta\tau_h = \frac{\Delta\tau'_h}{T}. \qquad (52)$$

Для определения поправки на превышение надо знать дальности до звукопостов и высоту точек стояния цели и звукопостов. Для определения дальностей и высоты цели сначала определяют положение цели на планшете без учета поправки на превышение. По полученным координатам цели наносят ее на карту, по которой и определяют дальности и высоту точки ее стояния. Согласно полученным значениям $Д_г$ и Δh определяют величины Δt, а затем и поправку $\Delta\tau_h$ для каждой базы. С учетом этой поправки снова определяют по планшету местоположение цели.

Анализируя значения Δt по номограмме, можно видеть, что при установке звукоприемников одной какой-либо базы на одном уровне, т. е. когда $\Delta h_{пр} = \Delta h_{лев}$, поправка $\Delta\tau_h$ мала и можно ее не принимать во внимание, если значения $\Delta h_{пр}$ и $\Delta h_{лев}$ будут равны или менее 300 *м*. Отсюда можно сделать такой вывод, что при работе в горных условиях звукопосты надо устанавливать примерно на одном уровне.

Вообще поправка $\Delta\tau_h$ мала, если величины Δh не превышают 100 *м*, поэтому при работе на среднепересеченной местности поправку на превышение принимать не следует.

Задача 11. Определить $\Delta\tau_h$ при $Д_{г\,пр} = 6000$ *м*, $Д_{г\,лев} = 6500$ *м*, $h_ц = 700$ *м*, $h_{пр} = 300$ *м*, $h_{лев} = 400$ *м*, $C = 333{,}3$ *м/сек* и $l = 1$ *км*.

Задача 12. Определить $\Delta\tau_h$ при $Д_{г\,пр} = 7$ *км*, $Д_{г\,лев} = 6500$ *м*, $h_ц = 900$ *м*, $h_{пр} = 400$ *м*, $h_{лев} = 300$ *м*, $l = 1$ *км* и $C = 333{,}3$ *м/сек*.

Задача 13. Определить $\Delta\tau_h$ при $Д_{г\,пр} = 10$ *км*, $Д_{г\,лев} = 9$ *км*, $h_ц = 200$ *м*, $h_{пр} = 800$ *м*, $h_{лев} = 700$ *м*, $l = 2$ *км* и $C = 333{,}3$ *м/сек*.

Определение синуса угла α с учетом поправок на удаление, на ветер и на превышение цели

Синус угла α с поправками на удаление, на ветер и на превышение будет равен

$$\sin\alpha_{\eta Wh} = \sin\alpha + \Delta\tau_\eta + \Delta\tau_W + \Delta\tau_h. \qquad (53)$$

Решим пример на определение $\sin_{\eta W h}$.

Дано: $t_v = +20°$, $W = 5$ *м/сек*, $Д(W) = 11\text{-}00$, $Д(ОД) = 19\text{-}00$, $l = 936$ *м*, высота цели $h_ц = 700$ *м*, $Д_{г\,пр} = 6\,000$ *м*, $h_{пр} = 200$ *м*, $Д_{г\,лев} = 6\,200$ *м*, $h_{лев} = 100$ *м* и $\tau = +0{,}772$ секунды.

Решение. 1. Находим скорость звука C:

$$C = 331 + 0{,}6 \cdot 20 = 343 \text{ м/сек}.$$

2. Находим базу во времени T:

$$T = \frac{l}{C} = \frac{936}{343} = 2{,}730 \text{ секунды}.$$

3. Находим синус угла α:

$$\sin\alpha = \frac{\tau}{T} = \frac{772}{2{,}730} = +283 \text{ тысячных}.$$

4. Находим величину η:

$$\eta = \frac{Д}{l} = \frac{6000}{936};$$

берем $\eta = 6$.

5. По таблице поправок на удаление находим величину поправки $\Delta\tau_\eta$: $\Delta\tau_\eta = +1$ тысячной.

6. Определяем угол θ: $\theta = Д(W) - Д(ОД) = 11\text{-}00 - 19\text{-}00 = 52\text{-}00$.

7. По таблице поправок на ветер находим величину поправки $\Delta\tau_W$: $\Delta\tau_W = -11$ тысячных.

8. Пользуясь номограммой для определения Δt, находим величину поправки $\Delta\tau'_h$: $\Delta\tau'_h = \Delta t_{пр} - \Delta t_{лев} = 63 - 87 = -24$ тыс. секунды. Делим 24 на T и получаем поправку на превышение:

$$\Delta\tau_h = \frac{\Delta\tau'_h}{T} = \frac{-24}{2{,}730} = -9 \text{ тысячных}.$$

В результате получаем синус угла α с поправками на удаление, на ветер и на превышение.

$$\sin\alpha_{\eta W h} = +283 + 1 - 11 - 9 = +264 \text{ тысячных}.$$

Задача 14. Дано: $l = 998$ *м*, $Д(ОД) = 22\text{-}00$, $Д(W) = 45\text{-}00$, $W = 7$ *м/сек*, $t = +15°$, $h_{пр} = 320$ *м*, $h_{лев} = 160$ *м*, $h_ц = 500$ *м*, $Д_{г\,пр} = 9\,000$ *м*, $Д_{г\,лев} = 8\,700$ *м*, $\tau = +675$

Найти $\sin\alpha_{\eta W h}$.

Задача 15. Дано: $l = 1\,500$ *м*, $Д(ОД) = 7\text{-}00$, $Д(W) = 6\text{-}00$, $W = 7$ *м/сек*, $t = -10°$, $h_{пр} = 50$ *м*, $h_{лев} = 200$ *м*, $h_ц = 300$ *м*, $Д_{г\,пр} = 7$ *км*, $Д_{г\,лев} = 6\,750$ *м*, $\tau = -350$.

Найти $\sin\alpha_{\eta W h}$.

Поправка на наклон баз и угол места цели

В ранее изданных учебниках по звуковой разведке, а также в Наставлении АИР, часть III, превышение цели над звукопостами учитывается несколько иначе, чем это было изложено выше, а именно — вводится в синус угла **поправка, называемая поправкой на наклон баз и угол места цели.**

Обе эти поправки, т. е. поправка на превышение и поправка на наклон баз и угол места цели, совершенно

равнозначны; практически можно применять любую из них. Однако формула поправки на превышение проще, чем формула поправки на наклон баз и угол места цели, поэтому мы и отдаем предпочтение этой формуле. Вывод формулы поправки на наклон баз и угол места цели ввиду его сложности давать не будем. Желающие могут найти его в книге „Звукометрия" — пособие для артиллерийских училищ.

Формула поправки на наклон баз и угол места цели имеет такой вид:

$$\Delta\tau_\beta = \frac{\sin\alpha\,(1 - \cos\varepsilon\cos\beta)}{\cos\varepsilon\cos\beta} + \operatorname{tg}\varepsilon\operatorname{tg}\beta, \qquad (54)$$

где $\Delta\tau_\beta$ — поправка в синус угла α,

ε — угол места цели по отношению к центру акустической базы и

β — угол наклона акустической базы (рис. 59).

Угол места цели считается положительным, если цель лежит выше центра базы. Угол β считается положительным, если правый звукопост расположен ниже левого.

На рис. 59 угол β положительный.

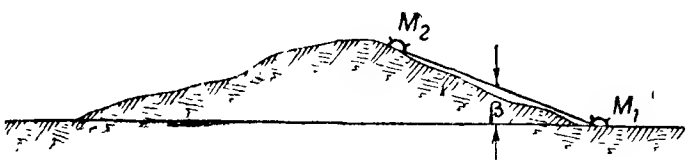


Рис. 59. Звукоприемник M_2 находится выше звукоприемника M_1

При решении задачи по формуле (54) сначала определяют положение цели на планшете без учета поправки на наклон баз и угол места, а затем по карте определяют превышение цели над точкой O (центром базы). По горизонтальной дальности и превышению определяют угол места цели в тысячных делениях угломера. Для этого число метров превышения делят на число километров дальности.

Угол наклона баз рассчитывают подобным же образом, определяя превышение по карте одного звукоприемника над другим.

Зная углы α, ε и β, находят поправку $\Delta\tau_\beta$ и, учитывая ее, снова определяют местоположение цели.

Пример. Дано: длина базы $l = 1000$ *м*, $\varepsilon = 0\text{-}50$, $\beta = 0\text{-}50$, $C = 333{,}3$ *м/сек*, $\tau = 1{,}5$ секунды. Определить по формуле (54) поправку на наклон баз и угол места цели при $W = 0$ и $\Delta\tau_\eta = 0$.

Решение.

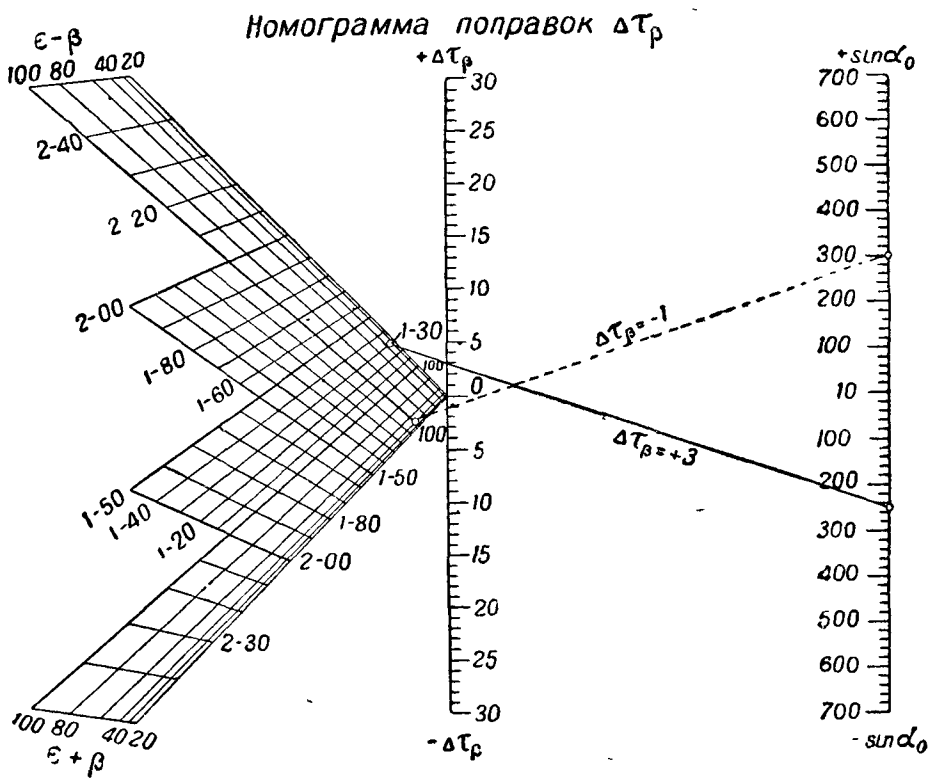
$$\operatorname{tg}\varepsilon = \operatorname{tg}\beta = 0{,}052;\ \cos\varepsilon = \cos\beta = 0{,}999;$$

$$\sin\alpha = \frac{333{,}3 \cdot 1{,}5}{1000} = 0{,}5;$$

$$\Delta\tau_\beta = \frac{0{,}5\,(1 - 0{,}998)}{0{,}998} + 0{,}003 = 0{,}004;$$

$$\sin\alpha_\beta = \sin\alpha + \Delta\tau_\beta = 0{,}500 + 0{,}004 = 0{,}504.$$

Поправку на наклон баз и угол места практически определяют по номограмме (рис. 60).



Примеры: 1) $\varepsilon=+0\text{-}50$, $\beta=+0\text{-}80$; $\sin\alpha_0=-250$; $\varepsilon+\beta=1\text{-}30$; $\varepsilon-\beta=-0\text{-}30$. $\Delta\tau_\beta=+3$;
2) $\varepsilon=-0\text{-}30$; $\beta=+0\text{-}70$; $\sin\alpha_0=+300$; $\varepsilon+\beta=0\text{-}40$, $\varepsilon-\beta=-1\text{-}00$; $\Delta\tau_\beta=-1$

Рис. 60. Номограмма поправок на наклон баз и угол места цели

Правило пользования номограммой для определения поправки на наклон баз и угол места цели

Для пользования номограммой надо знать сумму и разность углов ε и β. Согласно сумме и разности углов ε и β находят соответствующие им линии. Точку пересечения этих линий соединяют при помощи линейки с делением шкалы, отвечающим значению $\sin\alpha$, и в месте пересечения линейки со шкалой поправок читают величину поправки.

Пример. Дано: $\varepsilon = +0\text{-}50$, $\beta = +0\text{-}80$ и $\sin\alpha = 250$.

Решение. Сумма углов $\varepsilon + \beta = 1\text{-}30$, разность их равна $-0\text{-}30$. Поправка будет $\Delta\tau_\beta = +3$ тысячным.

Заметим, что при пользовании номограммой сумму и разность углов ε и β берут без учета знаков (абсолютные значения). Так, например, получив $\varepsilon - \beta = -0\text{-}30$, берем просто 0-30.

На номограмме ход решения примера показан сплошной линией.

При $\varepsilon = -0\text{-}30$, $\beta = +0\text{-}70$ и $\sin\alpha = +300$ получаем $\Delta\tau_\beta = -1$.

На номограмме это решение показано пунктирной линией.

Анализируя формулу (54), также приходим к выводу, что при работе в равнинной местности поправку учитывать не следует. При установке звукопостов на одном уровне поправку не следует учитывать и при

работе в горной местности, если угол места цели меньше 60 делений угломера.

Задача 16. Определить поправку на наклон баз и угол места цели при $\sin\alpha = +0{,}500$, $\beta = 0\text{-}40$, $\varepsilon = 1\text{-}20$.

Задача 17. Определить поправку на наклон баз и угол места цели при $\sin\alpha = +0{,}500$, $\beta = -0\text{-}40$ и $\varepsilon = 1\text{-}20$.

Задача 18. Дано: $l = 998$ *м*, $Д\ (ОД) = 22\text{-}00$, $Д\,(W) = 45\text{-}00$, $W = 7$ *м/сек*, $t = +15°$, $h_{пр} = 80$ *м*, $h_{лев} = 140$ *м*, $h_{ц} = 10$ *м*. Дальность от цели до центра базы $Д = 9$ *км*, $\tau = +0{,}678$.

Определить $\sin\alpha_{\eta W\beta}$.

Задача 19. Дано: высота $h_{пр} = 80$ *м*, $h_{лев} = 140$ *м*, дальность от точки *О* до цели $Д = 8\,500$ *м*, высота цели $h_{ц} = 280$ *м*, $\tau = -0{,}915$ секунды. Остальные данные те же, что и в задаче 18.

Определить $\sin\alpha_{\eta W\beta}$.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ГЛАВЕ III

1. В чем заключается сущность принципа разности времен?
2. Что такое акустическая база и как обозначаются длина и центр ее?
3. Что называется директрисой акустической базы?
4. Что такое угол α?
5. Какой вид имеют основная и рабочая звукометрические формулы?
6. Какое сделано допущение при выводе формулы для $\sin\alpha$?
7. Как определяется знак разности времен τ?
8. Что такое база во времени *Т*?
9. Почему вводится поправка на удаление?
10. Почему на практике не применяется определение координат цели с помощью гипербол?
11. Как пишется формула поправки на удаление в синус угла α?
12. От чего зависит знак поправки на удаление?
13. При какой дальности поправка на удаление не вводится?
14. Почему вводится поправка на ветер?
15. Какой вид имеет формула поправки на ветер?
16. Каков знак поправки на ветер?
17. Какая может получиться ошибка поправки при ошибке в скорости ветра на 1 *м/сек* при угле θ, равном 90°?
18. Зависит ли величина поправки на ветер от угла α?
19. Можно ли поправку на ветер рассчитывать заранее — до получения величин $\sin\alpha$?
20. Как производится учет влияния метеорологических элементов при наличии данных о распределении их с высотой?
21. Что называется акустической высотой и как она определяется?
22. Как строятся начальная и основная кривые?
23. При каких дальностях засечки можно пользоваться только наземными значениями метеорологических элементов?
24. Какая поправка вводится при работе в горных условиях?
25. При каких условиях можно не вводить поправку на превышение?
26. Как лучше располагать звукопосты какой-либо базы при работе в горной местности?
27. Какая разница между поправками на превышение цели и на наклон баз и угол места цели?

ОТВЕТЫ К ЗАДАЧАМ ГЛАВЫ III

№ задачи	Ответы	№ задачи	Ответы
1	+ 294 тысячных	11	+ 6 тысячных
2	+ 323 тысячных	12	— 10 тысячных
3	— 36 тысячных	13	+ 2 тысячных
4	+ 2 тысячных	14	+ 239 тысячных
5	— 1 тысячная	15	— 76 тысячных
6	0	16	+ 10 тысячных
7	+ 6 тысячных	17	— 1 тысячная
8	— 17 тысячных	18	+ 246 тысячных
9	+ 29 тысячных	19	— 299 тысячных
10	$Z = 150$ *м* по высотным данным + 13 тысячных по наземным данным + 7 тысячных		

Глава IV

ПРИБОРЫ ЗВУКОМЕТРИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ[1]

§ 1. ПРИБОРЫ ЗВУКОВОГО ПОСТА

Звукометрической станцией называется совокупность приборов, с помощью которых решаются задачи звуковой разведки.

На вооружении батареи звуковой разведки состоит звукометрическая станция типа СЧЗМ-36 (станция с чернильной записью, модернизированная, образца 1936 г.).

Приборы звукометрической станции можно подразделить на три основные группы:

— приборы звукового поста;
— приборы центрального пункта;
— приборы поста предупреждения.

К приборам звукового поста относятся:

— звукоприемник;
— трансформатор;
— аккумуляторная батарея;
— телефонный аппарат.

Для связи приборов поста звуковой разведки с центральным пунктом имеются телефонный кабель и заземлители.

Звукоприемники

Звукоприемником называется прибор, предназначенный для приема дульных и балистических волн и волн разрывов снарядов (мин) и для преобразования колебаний этих волн в колебания электрического тока.

Основными требованиями, предъявляемыми к звукоприемникам, являются:

— чувствительность, позволяющая принимать дульные волны и волны разрывов снарядов на требуемых расстояниях;

— резкость начала записей, позволяющая точно определять момент прихода звука к звукоприемнику;

[1] В этой главе даются только основные понятия о приборах звукометрической станции; более подробные сведения о них даются в Руководстве по звукометрической станции СЧЗМ-36.

— быстрое затухание колебательной системы, позволяющее обеспечить прием наибольшего числа записей (звуков) в единицу времени (в секунду);

— избирательность, позволяющая принимать из всей массы звуковых волн только дульные волны и волны разрывов снарядов;

— качественное отличие записей различных волн, позволяющее отличать записи дульных волн от балистических волн и волн разрывов снарядов (мин);

— направленность действия, позволяющая улавливать звуки только из заданного сектора;

— постоянство в работе, обеспечивающее стабильность работы станции в продолжение определенного времени;

— простота, легкость, удобство в переноске и удобство в обслуживании.

Кроме того, должны быть предъявлены и такие требования, как обеспечение работы по двухпроводной и однопроводной линии связи, а также обеспечение телефонных разговоров по линии, соединяющей звукоприемник с регистрирующим прибором.

Давление звуковых волн измеряется в барах, поэтому под чувствительностью звукоприемника, рассчитанного на использование давления звуковых волн, подразумевается величина напряжения в милливольтах во вторичной цепи трансформатора при подходе звуковой волны, имеющей давление в один бар.

Угольные микрофоны могут развивать во вторичной цепи трансформатора (при коэфициенте трансформации, равном единице) до нескольких милливольт на бар.

Дульные волны в районе расположения звукоприемников при средних дальностях засечки имеют давление несколько бар, а при хороших условиях слышимости,— несколько десятков бар.

Современный бой характеризуется большими плотностями артиллерийского огня, поэтому очень важно, чтобы звукоприемники давали возможность получать наибольшее число записей на ленте с хорошими и отчетливо наблюдаемыми началами их. Но это требование связано с увеличением коэфициента затухания колебаний подвижной части звукоприемника и в известной части противоречит требованию получения высокой чувствительности.

Увеличение затухания противоречит также требованию получения резких начал записей, что имеет большое значение при работе станций на принципе разности времен.

Учитывая выше сказанное, при конструировании звукоприемников (регистрирующих приборов) выбирают оптимальный режим их, обеспечивающий в известных преде-

лах требования в отношении чувствительности и затухания колебаний подвижной системы.

Современные звукоприемники дают возможность в среднем принимать не более трех звуков в секунду.

Требование качественного отличия записей различных волн диктуется тем, что в настоящее время засечка целей ведется только по записям дульных волн и при регистрации различных волн необходимо иметь возможность качественного анализа их.

Избирательность и качественное отличие записей различных волн обеспечивается до некоторой степени расчетом частоты собственных колебаний подвижной системы звукоприемника (регистрирующего прибора).

В отношении направленности следует отметить, что современные звукоприемники таковой не обладают.

Звукоприемники в зависимости от места расположения источника питания (аккумуляторной батареи) подразделяются на:

— звукоприемники местного питания, когда аккумуляторная батарея устанавливается на звуковом посту, и

— звукоприемники центрального питания, когда источник питания находится на центральном посту.

С акустической точки зрения звукоприемники могут быть подразделены на звукоприемники давления и звукоприемники скорости.

Звукоприемники давления рассчитываются на использование давления звуковых волн, а звукоприемники скорости рассчитываются на использование колебательной скорости частиц воздуха звуковых волн.

Оба вида звукоприемников обычно снабжаются резонаторами; в первом случае закрытого типа и во втором случае — открытого (резонатор Гельмгольца с одним отверстием).

В звуковой разведке резонатор закрытого типа называется просто баком.

Подвижной частью в резонаторах закрытого типа (в баках) является мембрана, которая служит крышкой этого бака.

Очень часто резонаторы, и в частном случае резонатор закрытого типа (бак с мембраной), называют звукоприемником. Мы же звукоприемником будем называть резонатор вместе с микрофоном.

Резонатор служит для приема звуковых волн, и в частности, резонатор закрытого типа (бак с мембраной) служит для приема звуковых волн и для преобразования акустических колебаний в механические колебания мембраны.

В звукоприемниках давления применяются обычно микрофоны давления (угольные, конденсаторы и др.),

в звукоприемниках скорости применяются микрофоны скорости (тепловые и др.).

Микрофоны давления служат для преобразования механических колебаний мембраны в колебания электрического тока; микрофоны скорости служат для непосредственного преобразования акустических колебаний в колебания электрического тока.

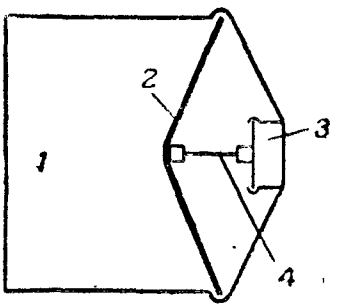


Рис. 61. Схема звукоприемника с угольным микрофоном

Звукоприемник скорости при наличии, например, теплового микрофона работает таким образом: в горловине резонатора вставлена тонкая металлическая нить, нагретая электрическим током до темного каления; известно, что с изменением температуры будет изменяться электрическое сопротивление этой нити.

При подходе звуковой волны к звукоприемнику нить будет находиться под воздействием переменного потока воздуха, протекающего через горловину резонатора, что повлечет за собой изменение силы тока в цепи. При помощи пишущего механизма регистрирующего прибора полученные изменения тока фиксируются на ленте, по записям которой при наличии двух звукоприемников и определяют разность времен.

Основным недостатком звукоприемников с тепловыми микрофонами является то, что по записям на ленте, получаемым при помощи этих звукоприемников, трудно отличить запись дульной волны от балистической.

Конденсаторные звукоприемники являются малочувствительными и требуют высокочувствительных пишущих систем регистрирующих приборов.

В силу недостатков перечисленных выше звукоприемников, в звукометрической станции СЧЗМ-36 применяется звукоприемник давления с угольным микрофоном[1].

Звукоприемник этот (рис. 61) представляет собой бак *1* с мембраной *2* и микрофоном *3*. Для передачи колебаний мембране микрофона последняя жестко при помощи металлического стержня *4* соединена с мембраной бака. Для увеличения чувствительности микрофона (звукоприемника) площадь мембраны бака берется во много раз больше площади мембраны микрофона. При таком устройстве звукоприемника колебания большой мем-

[1] Более подробно о тепловых, конденсаторных и другого вида микрофонах сказано в книге Головина Н. Я. и Таланова А. В. „Звукометрия".

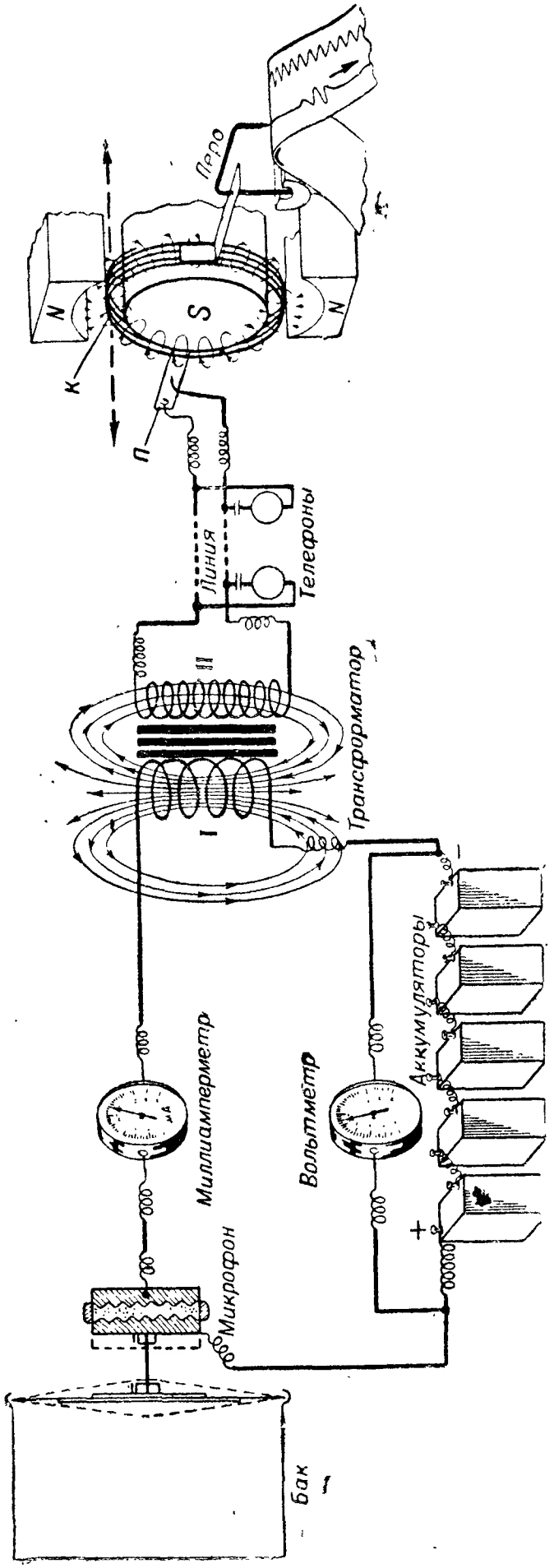


Рис. 62. Принципиальная схема работы звукометрической станции

браны передаются малой мембране, заставляя ее производить бо́льшее давление на угольные зерна и тем самым вызывать в цепи бо́льшие колебания тока.

Объем бака выбирается с таким расчетом, чтобы звукоприемник лучше реагировал на дульные волны и волны разрывов снарядов, давал бы возможность получать записи с хорошими началами их и чтобы по записям можно легко отличать запись дульной волны от балистической.

Благодаря соответствующим размерам бака, наличию угольного микрофона и соответствующей мембране бака, звукоприемник станции СЧЗМ-36 является достаточно чувствительным и дает возможность сравнительно нетрудно отличать записи дульных волн от балистических.

Угольный микрофон обычно состоит из корпуса, угольной колодки с угольным порошком и мембраны. В звукометрической станции СЧЗМ-36 мик-

рофон имеет две угольные колодки, подвижную и неподвижную, между которыми насыпается угольный порошок (рис. 62). Принцип действия звукоприемника поясним при помощи рис. 62.

На рис. 62 дана принципиальная схема работы звукометрической станции. Из этой схемы видно, что электрическая цепь звукоприемника состоит из двух частей — внутренней и внешней. Во внутреннюю цепь входит аккумуляторная батарея напряжением в 6 *в*, микрофон, первичная обмотка трансформатора и миллиамперметр.

Во внешнюю цепь входит вторичная обмотка трансформатора, линия связи и катушка пера пишущего механизма регистрирующего прибора.

Работа звукоприемника протекает следующим образом. До прихода звуковой волны к звукоприемнику давление вне бака и внутри его равно атмосферному.

В какой-то момент к звукоприемнику подойдет дульная волна. Под действием волны мембрана бака будет как бы вдавливаться в бак и потянет за собой мембрану микрофона, а вместе с ней и подвижную угольную колодку; последняя будет отходить от угольных зерен, и они будут занимать бо́льшее пространство, будут менее тесно соприкасаться друг с другом, вследствие чего сопротивление порошка увеличится и сила тока во внутренней цепи упадет. Миллиамперметр будет показывать меньшую силу тока. В последующий момент при подходе к звукоприемнику разреженной части волны давление вне бака будет меньше атмосферного, давление же в баке будет несколько больше атмосферного, вследствие чего мембрана бака, а с ней опять и мембрана микрофона, отклонится в обратную сторону и будет сжимать порошок, уплотняя его и тем самым уменьшая его сопротивление. Сила тока во внутренней цепи возрастет. Миллиамперметр будет показывать большую силу тока.

В результате действия звуковой волны обе мембраны будут совершать колебательное движение, разжимая и сжимая угольный порошок микрофона. Благодаря этому в первичной обмотке трансформатора будет протекать пульсирующий ток, создавая тем самым в ней магнитное поле различной силы. Последнее в свою очередь будет индуктировать во вторичной обмотке трансформатора электродвижущую силу, и ток по линиям связи пойдет к регистрирующему прибору.

Трансформатор

На постах звуковой разведки применяется трансформатор с коэфициентом трансформации 4,2. Трансформатор заключен в деревянный ящик, на внутренней крышке

которого смонтированы четыре пары зажимов для включения батареи, звукоприемника, телефонного аппарата и линии. Для измерения силы тока в цепи микрофона и напряжения батареи на внутренней крышке ящика смонтированы миллиамперметр и вольтметр. Схема работы трансформатора показана на рис. 62.

Связь приборов звукового поста с регистрирующим прибором

Ток из вторичной обмотки трансформатора поступает в катушку пера пишущего механизма регистрирующего прибора по линиям связи.

По этим же линиям связи осуществляется и телефонная связь звукового поста с центральным пунктом.

Для линий связи используется обычный телефонный провод с сопротивлением в 100 *ом* на километр.

Телефонные аппараты (см. рис. 62) на звуковых постах и на центральной станции включены в линии через конденсаторы. При разговоре телефонный ток идет через конденсатор и далее по линии связи в телефон центральной станции и по другому проводу обратно в телефон поста.

Телефонный ток имеет большую частоту колебаний, поэтому вторичная обмотка трансформатора, а также катушка пера представляет для него большое сопротивление как сопротивление самоиндукции. Ответвление телефонного тока во вторичную обмотку трансформатора и в катушку пера будет незначительным. В свою очередь ток, идущий из вторичной обмотки трансформатора при работе звукоприемника, имеет низкую частоту. Для такого тока конденсатор в цепи телефонного аппарата является большим сопротивлением. Сочетание сопротивлений самоиндукции и конденсатора дает возможность осуществлять телефонную связь по тем же проводам, по которым передаются сигналы от звукоприемников.

Общая длина линий связи между центральным пунктом и всеми постами (см. рис. 2) равна примерно 15 *км*. При двухпроводной связи потребуется около 30 *км* кабеля. Если же учесть то обстоятельство, что провод протягивается не по прямой линии и с некоторой слабиной, то для развертывания всех звуковых постов и поста предупреждения потребуется провода около 40—50 *км*.

§ 2. ПРИБОРЫ ЦЕНТРАЛЬНОГО ПУНКТА

К приборам центрального пункта относятся:
— регистрирующий прибор (РП);
— два телефонных аппарата;
— аккумуляторная батарея;

— приборы пункта обработки (ПО), при помощи которых по записям ленты регистрирующего прибора определяются координаты цели; к ним относятся дешифраторы, линейки для снятия отсчетов и другие вычислительные и построительные приборы.

Регистрирующий прибор

Регистрирующий прибор предназначен для записи колебаний электрического тока, поступающего от звукоприемников (из вторичных обмоток трансформаторов).

Основные требования, предъявляемые к регистрирующему прибору, остаются примерно теми же, которые предъявлялись и к звукоприемникам, а именно:

— чувствительность пишущих систем, обеспечивающая требуемые дальности засечки;

— резкость начала записей;

— быстрое затухание колебательной системы;

— избирательность и качественное отличие записей различных волн;

— минимальный „разброс" начал записей при приеме звуковых волн одной и той же цели;

— идентичность записей при приеме звуков одной и той же цели.

Чувствительность пишущих систем принято выражать в миллиметрах смещения пера на один миллиампер тока, поступающего в обмотку катушки пера (в гальванометр). Например, при токе в 1 *ма* перо должно сместиться на 10 *мм,* т. е. амплитуда записи должна быть 10 *мм.*

Разброс начал записей зависит в основном от стабильности хода ленты, от резкости начал записей и от стабильности работы звукоприемников. Идентичность записей зависит от работы всего звукового тракта, т. е. от звукоприемников, от трансформатора, от линий связи и от пишущих систем.

Идентичность обусловливается тем, чтобы по характеру записи можно было отличить запись одной цели от другой. Это положение способствует более быстрому и надежному дешифрированию лент.

К указанным основным требованиям должны быть добавлены требования, связанные с удобством и дешевизной в эксплоатации.

Все современные регистрирующие приборы относятся к типу осциллографов. Осциллограф слово латинское, в переводе значит: „прибор, записывающий колебания".

По методу записи осциллографы могут быть подразделены на два основных вида:

— приборы с фотооптической записью и

— приборы с механической записью.

Последние в свою очередь могут быть подразделены на:

— приборы с чернильной записью на простой бумажной ленте;

— приборы с сухой записью на восковой ленте и

— приборы с сухой записью на закопченной ленте.

Все регистрирующие приборы независимо от вида записи имеют четыре основных механизма:

1) пишущий механизм с отдельными пишущими системами по числу звуковых постов для записи сигналов, поступающих от звукоприемников, и с отдельной системой для записи масштаба времени;

2) лентопротяжный механизм для сообщения равномерного движения ленте;

3) камертонный механизм для записи масштаба времени и для стабилизации числа оборотов лентопротяжного механизма;

4) механизм пуска и остановки ленты (мотора или пружинного двигателя) и, кроме того, пульт управления.

Рассмотрим в первую очередь регистрирующий прибор звукометрической станции СЧЗМ-36.

Регистрирующий прибор станции СЧЗМ-36

Общий вид регистрирующего прибора показан на рис. 63.

Пишущий механизм прибора состоит из шести пишущих систем по числу звуковых постов и седьмой системы для записи масштаба времени. Устройство всех пишущих систем, относящихся к звукоприемникам, является одинаковым, поэтому вполне достаточно рассмотреть одну из них.

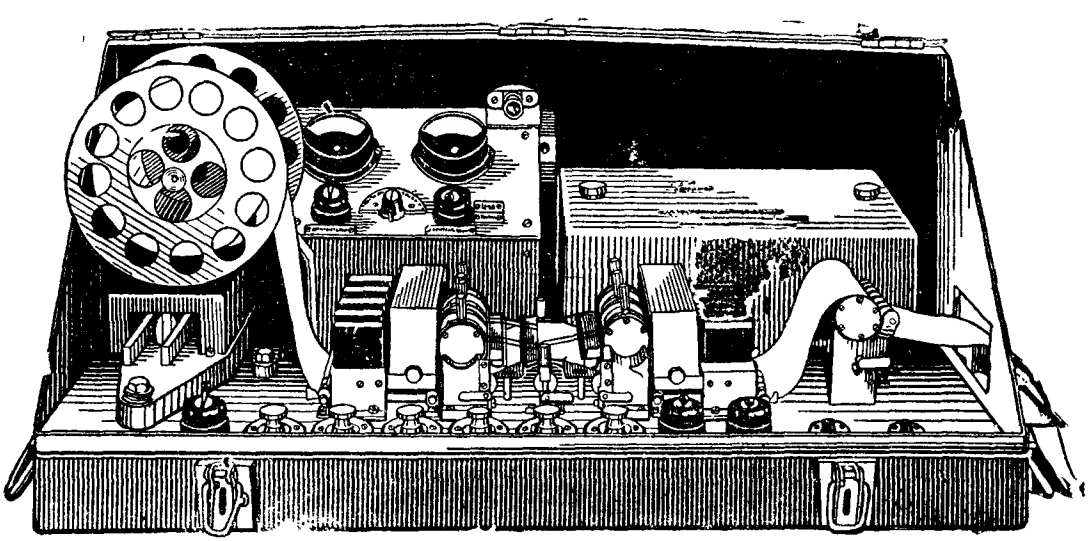


Рис. 63. Общий вид регистрирующего прибора

На рис. 62 приведена принципиальная схема работы одной из этих систем. Система состоит из электромагнита, полюсные наконечники которого *S* и *N* расположены так, что между ними образуется кольцевой зазор. В этом кольцевом зазоре помещена подвижная катушка *К*, состоящая из большого числа витков тонкой проволоки. Катушка укреплена на основании при помощи тонкой пластинчатой пружины *П*. К передней части катушки прикреплено перо, представляющее собой тонкую стеклянную трубочку (капилляр) с загнутыми концами. Работа такой системы протекает следующим образом. Переменный ток из вторичной обмотки трансформатора по линиям связи поступает в катушку. Последняя, находясь в магнитном поле, приходит в движение и в зависимости от изменений магнитного поля, вызванных колебаниями переменного тока, отклоняется то в одну, то в другую сторону.

Вместе с катушкой отклоняется и перо, которое на движущейся ленте записывает кривую (рис. 62), т. е. воспроизводит с некоторыми искажениями те колебания тока, которые поступают в катушку, а следовательно, воспроизводит до некоторой степени и колебания самой волны. Поэтому и говорят, что на приборе получаются записи звуковых волн.

Искажения в записях получаются вследствие того, что колебания обеих мембран и колебания катушки имеют свою частоту собственных колебаний. Но несмотря на эти искажения в практической работе в большинстве случаев довольно нетрудно отличить запись дульной волны от записи балистической.

Лентопротяжный механизм состоит из тянущего устройства и электромотора. Тянущее устройство состоит из направляющих ленту лотков и двух валиков — тянущего и прижимного. Вращение тянущему валику передается от мотора при помощи червячной передачи. При работе мотора тянущий валик приходит в движение и лента протягивается между двумя валиками — тянущим и прижимным

На рис. 63 виден слева барабан с бумажной лентой и справа тянущий и прижимной валики.

Скорость вращения электромотора регулируется специальным синхронизирующим устройством, благодаря которому достигается постоянная скорость движения ленты, равная 100 *мм/сек*.

Камертонный механизм служит механизмом масштаба времени и в то же время является одним из элементов синхронизирующего устройства электромотора.

Частота колебаний ветвей камертона равна 50 в секунду. Камертон изготовляется из специальной стали, поэтому

частота колебаний камертона не изменяется с изменением температуры.

Часть камертонного механизма для получения масштаба времени (рис. 64) состоит из камертона *1*, электромагнита *2* и пишущей катушки *3*, находящейся в магнитном поле. Катушка включена в цепь одной из ветвей камертона

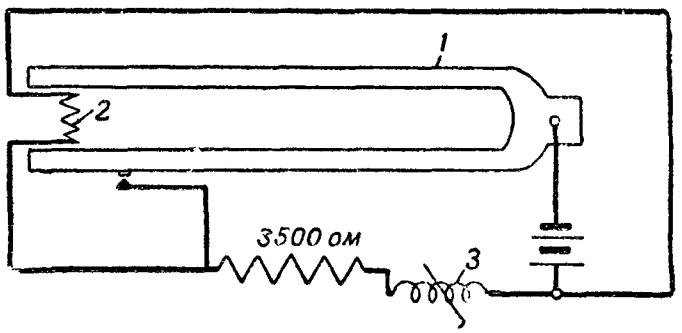


Рис. 64. Схема работы камертонного механизма

через добавочное сопротивление в 6000 *ом*. При колебании камертона электрическая цепь катушки замыкается в одну секунду столько раз, сколько колебаний совершает камертон.

При частоте колебаний камертона 50 в секунду цепь замыкается пятьдесят раз в секунду и катушка камертона, находясь в магнитном поле, также совершает 50 колебаний в секунду, вследствие чего перо ее записывает кривую, как показано на рис. 62. Так как камертон совершает 50 колебаний в секунду и одно колебание происходит за 0,020 секунды, то расстояние между вершинами записи пера камертона (между зубцами) ее соответствует 0,020 секунды. Чтобы колебания камертона не затухали, в цепь той же ветви включен электромагнит *2*. При работе камертона, когда ветви его расходятся, цепь электромагнита замыкается и ветви камертона с добавочной силой электромагнита начинают отклоняться в обратную сторону. Таким образом, с каждым колебанием камертон получает добавочную энергию, которая равна энергии, расходуемой камертоном при колебании. В силу этого колебания камертона не затухают.

При частоте колебаний камертона, равной 50 в секунду, и при скорости ленты 100 *мм* в секунду 50 зубцов записи камертона должны уложиться на отрезке ленты, равном 100 *мм*[1].

---

[1] При проверке скорости ленты необходимо, чтобы камертон давал точно 50 колебаний в секунду.

Проверка камертона производится при помощи другого, проверенного регистрирующего прибора, как это указано в Руководстве службы, или же с помощью эталона ленты, снятой с проверенной станции. Эталоны лент желательно получать одновременно с получением станции.

Пользуясь записью камертонного механизма, можно определять и разности времен τ, о чем подробнее будет сказано в главе V.

Другая ветвь камертона включена в электрическую цепь синхронизирующего устройства электромотора, при помощи которого регулируется скорость вращения мотора, а следовательно, и скорость движения ленты.

Механизм пуска и остановки служит для приведения в движение мотора (ленты) и для остановки его. Приведение в движение мотора (ленты) принято называть пуском регистрирующего прибора. Пуск регистрирующего прибора производится разведчиком (предупредителем) с поста предупреждения за 1—1,5 секунды до прихода звуковой волны к звукоприемникам и останавливается работающим на регистрирующем приборе при проходе звуковой волны через все звукоприемники, т. е. когда получатся записи на ленте от всех звукоприемников. Пуск регистрирующего прибора может производиться и работающим на регистрирующем приборе.

Пуск и остановка прибора производятся путем нажатия на соответствующую кнопку, т. е. на кнопку пуска или на кнопку остановки.

Действие кнопок связано с электромотором через соответствующие реле, благодаря чему производится пуск или остановка этого мотора. При пуске прибора одновременно включается ток в электромагниты пишущих систем. При остановке мотора автоматически выключается и ток из электромагнитов этих систем.

Таким образом, благодаря наличию механизма пуска и остановки является возможным сберегать ленту и экономить электроэнергию.

На регистрирующих приборах с сухой записью останавливаться не будем, укажем только, что из всех приборов с механической записью приборы с чернильной записью являются наиболее простыми. Приборы эти производят запись звуков на простой бумажной ленте обычными чернилами, в то время как приборы с сухой записью требуют или специальной ленты, или же копчения ее перед записью звуков.

Регистрирующие приборы с фотооптической записью

Устройство пишущего механизма приборов с фотооптической записью, так же как и приборов с механической записью, основано на взаимодействии магнитных силовых линий магнита и проводника с током. В приборах с фотооптической записью вместо катушки с пером, находя-

щейся в магнитном поле электромагнита, применяется струнный или петлевой гальванометр с зеркалом, закрепленным на петле гальванометра.

В первом случае на фотоленте прочерчивается тень от струны, получающаяся от освещения струны электрической лампочкой. Во втором случае запись получается от изменения положения светового пятна (зайчика), отражающегося от зеркала петли (шлейфа). На рис. 65 показана схема петлевого гальванометра (шлейфа).

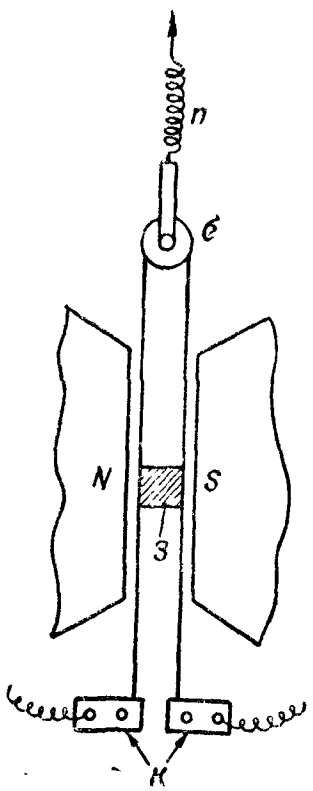


Рис. 65. Схема шлейфа

Металлический проводник в виде петли заключен в латунный корпус и посредством блока *б* с пружиной *п* укрепляется в верхней части корпуса. Концы петли укреплены на металлических планках *к*, к которым подводится ток от звукоприемника. На петле укреплено небольшое зеркальце *з* размером около 1 *мм*^{2}.

При поступлении тока от звукоприемника петля приходит в движение (обе части ее будут отклоняться в противоположные стороны), а с ней вместе приходит в движение и зеркальце. Если на зеркальце направить пучок света, то оно будет отражать его. Отраженный пучок света падает на движущуюся фотоленту, на которой и фиксируется запись колебаний тока или запись звуковой волны. Такой прибор с фотооптической записью применялся, например, в бывшей германской армии. На рис. 66 дана схема пишущего механизма с фотооптической записью звукометрической станции бывшей германской армии. Из схемы видно, что свет от электрической лампочки через оптическую призму *1* и щель *2* падает на зеркальце шлейфа. Отразившись от зеркальца, пучок света, пройдя через собирательную линзу *3*, попадает на фотоленту *4*, которая при помощи мотора движется с определенной скоростью так же, как и в приборе с механической записью. Лента поступает в кассету, затем ее проявляют.

Остальные механизмы, т. е. лентопротяжный механизм, масштаба времени и механизм пуска и остановки, по существу мало чем отличаются от соответствующих механизмов регистрирующих приборов с механической записью.

Сравнивая между собой приборы с механической и с фотооптической записью, надо сказать следующее.

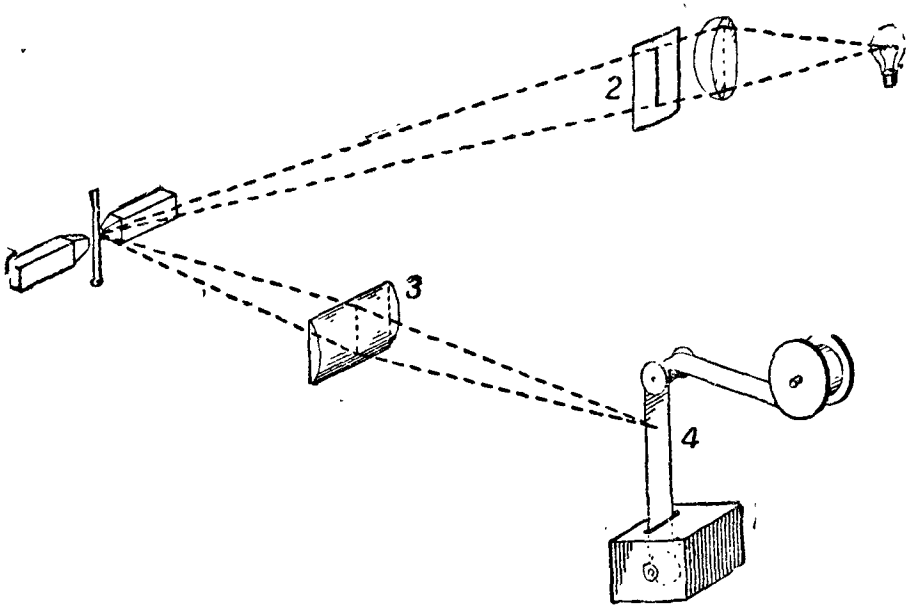


Рис. 66. Схема пишущего механизма с фотооптической записью звукометрической станции бывшей германской армии

Приборы с механической записью просты по устройству, дают возможность наблюдать за процессом записей звуков и дешевы в эксплоатации.

Основным недостатком этих приборов является то, что они требуют наличия очень чувствительных звукоприемников.

Приборы с фотооптической записью сложны по устройству, дороги и сложны в эксплоатации, требуют высокочувствительной фотоленты, проявления и закрепления ее, кроме того, не дают возможности наблюдать за процессом записи звуков.

Чувствительность пишущих систем их примерно одинакова с чувствительностью пишущих систем приборов с механической записью, но вследствие того, что струна гальванометра (петля) обладает меньшим сопротивлением, чем катушка с большим числом витков в приборах с механической записью, приборы с фотооптической записью имеют возможность работать при менее чувствительных звукоприемниках.

§ 3. ПРИБОРЫ ПОСТА ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ

К приборам поста предупреждения относятся:

— предупредитель и

— телефонный аппарат.

Предупредитель состоит из ящика с трансформатором и основной и выносной пусковых кнопок.

При помощи основной или выносной кнопок производится пуск регистрирующего прибора.

При помощи трансформатора осуществляется телефонная связь между постом предупреждения и центральным пунктом. Для этого первичная обмотка трансформатора включается в линию связи, а во вторичную включается телефонный аппарат.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ГЛАВЕ IV

1. Что называется звукометрической станцией?
2. Какие приборы относятся к посту звуковой разведки, к центральному пункту и к посту предупреждения?
3. Требования, предъявляемые к звукоприемникам?
4. Как работает звукоприемник с угольным микрофоном?
5. Требования, предъявляемые к регистрирующему прибору?
6. Из каких основных механизмов состоят регистрирующие приборы?
7. Каково назначение каждого из основных механизмов регистрирующего прибора?
8. Чем отличаются приборы с механической записью от приборов с фотооптической записью?
9. Какие достоинства и недостатки приборов с механической и с фотооптической записями?

Глава V

ОБРАБОТКА ЛЕНТ И ОТСЧЕТОВ

§ 1. СНЯТИЕ ОТСЧЕТОВ С ЛЕНТЫ

В звуковой разведке разность времен τ принято называть „отсчетом".

Определение отсчетов по записям на ленте регистрирующего прибора принято называть „снятием отсчетов".

В боевой обстановке записей на ленте получается много, поэтому, прежде чем приступить к снятию отсчетов, приходится сначала „дешифрировать" ленту, т. е. находить записи, относящиеся к отдельным звуковым волнам.

Дешифрирование ленты и снятие отсчетов принято называть „обработкой ленты".

Снятые с ленты отсчеты группируют в отдельности по целям и для каждой базы определяют средние значения их. Затем, пользуясь средними значениями отсчетов, определяют синусы углов α и вводят соответствующие поправки в них.

Группирование отсчетов, определение средних значений их и определение синусов углов α с учетом соответствующих поправок принято называть „обработкой отсчетов".

Таким образом, обработка лент и отсчетов слагается из:

— дешифрирования лент,

— снятия отсчетов,

— группирования отсчетов,

— определения средних значений отсчетов с каждой базы в отдельности и

— определения синусов углов α с учетом соответствующих поправок.

В настоящей главе рассмотрен вопрос обработки лент и отсчетов в наиболее простых условиях работы, когда на ленте получаются записи только от одной какой-либо звуковой волны, т. е. когда не требуется производить дешифрирования ленты.

При подходе звуковой волны к звукоприемникам каждый из них через трансформатор будет посылать электрические сигналы на регистрирующий прибор, в резуль-

тате чего на ленте последнего будут получаться соответствующие записи. Например, если в регистрирующий прибор включено шесть звукоприемников, то на ленте получится шесть записей, по одной на линии каждого пера (рис. 67). Так как каждому звукоприемнику соответствует особый номер пера, то нетрудно определить, какая запись принадлежит тому или иному звукоприемнику. Нумерация звукоприемников идет справа налево (рис. 2), а нумерация перьев на ленте—снизу вверх (рис. 67). Нижние шесть записей относятся к перьям звукоприемников, а седьмая запись к перу камертонного механизма. Каждая пара звукоприемников образует акустическую базу. При наличии шести звукоприемников будем иметь три базы, образуемые первым — вторым, третьим — четвертым, пятым — шестым звукоприемниками. Базы эти называют **правой, средней и левой** (см. рис. 2).

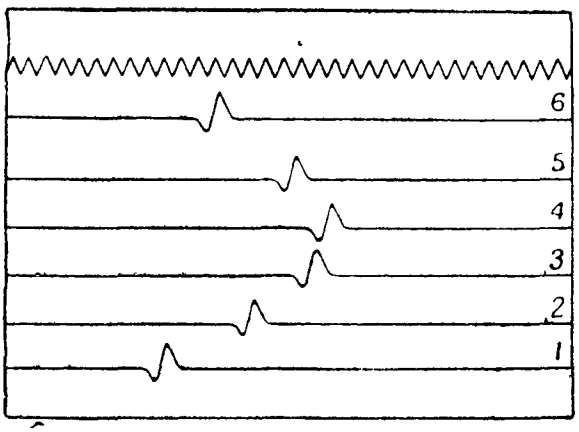


Рис. 67. Записи на ленте при работе шести звукоприемников

Отсчеты обозначаются через τ с соответствующими индексами, представляющими собой номера звукоприемников, образующих данную базу. Для правой базы будем иметь τ_{12}, для средней τ_{34} и для левой τ_{56} (рис. 68). Совершенно очевидно, что база может быть составлена двумя любыми звукоприемниками, например, *4* и *5* при выбытии из строя, например, второго звукоприемника можно образовать базу первым и третьим звукоприемниками; тогда отсчеты для этих баз будут обозначаться через τ_{45}, τ_{13} и т. д. (рис. 69).

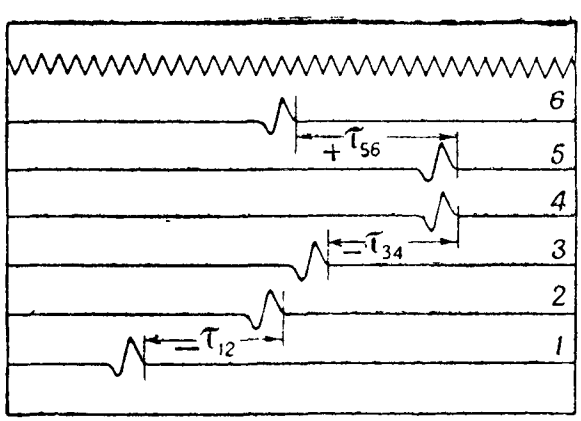


Рис. 68. Отсчеты трех акустических баз, отмеченные соответствующими индексами

Отсчеты с ленты снимают с точностью до 0,001 секунды и записывают в тысячных долях секунды. Например, при отсчете $\tau = 0{,}256$ секунды записывают просто $\tau = 256$, т. е. нуль впереди не пишут.

При снятии отсчетов следует различать три случая:

1. Лента идет равномерно и с нормальной скоростью.

2. Лента идет равномерно, но со скоростью, отличающейся от нормальной.

3. Лента идет неравномерно.

Наиболее простым из этих случаев является первый. Действительно, если нормальная скорость ленты равна 100 *мм/сек*, то 0,1 *мм* лента пройдет за 0,001 секунды. Измерив каким-либо образом отрезок между началами записей на ленте и получив число десятых долей миллиметра, мы сразу можем сказать, сколько будет тысячных долей секунды. Например, получив отрезок между записями первого и второго пера, равный 56,5 *мм*, будем иметь $\tau = 565$.

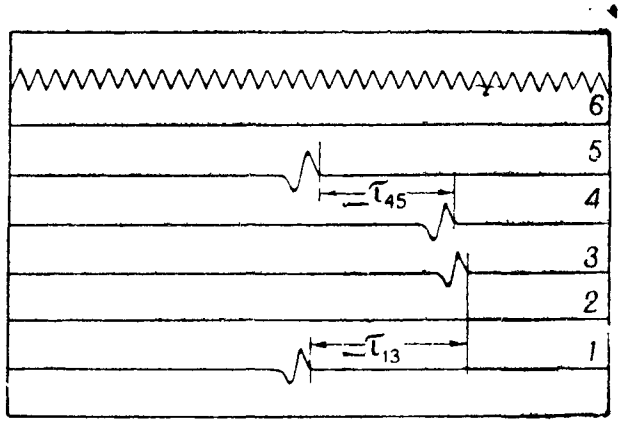


Рис. 69. Отсчеты между первым — третьим и четвертым — пятым звукоприемниками

Несколько труднее решение задачи во втором случае, т. е. тогда, когда лента идет равномерно, но со скоростью, отличающейся от нормальной, например, вместо того, чтобы итти со скоростью 100 *мм/сек*, лента идет со скоростью 102 *мм/сек*. В этом случае 0,1 *мм* будет соответствовать не 0,001 секунды, а какая-то другая величина. Поэтому полученный отсчет надо будет брать с каким-то коэфициентом или же определять величину его по записи камертона.

Коэфициент K в этом случае определяется по формуле

$$K = \frac{m}{V}, \qquad (1)$$

где m — нормальная скорость ленты, а V — данная скорость ленты.

Если $m = 100$ *мм/сек*, а $V = 102$ *мм/сек*, $K = \frac{100}{102} = 0{,}98$.

Полученную величину отсчета, например, $\tau = 400$ тысячных секунды надо помножить на коэфициент K. Исправленный отсчет будет $\tau = 400 \cdot 0{,}98 = 392$ тысячных секунды.

В обоих этих случаях отсчеты можно определять при помощи обычных линеек с поперечным масштабом, измеряя отрезки между записями с точностью до 0,1 *мм*.

Наконец, в третьем случае, т. е. когда лента идет неравномерно, отсчеты можно снимать, только пользуясь за-

писью пера камертона, о чем будет сказано подробнее несколько ниже.

Из сказанного становится ясным, что скорость ленты должна быть постоянной и строго установленной.

При определении величины отсчетов определяют не только абсолютную величину, но и знак отсчета, как это было указано в главе III. Согласно сказанному в главе III знак отсчета определяется по такому правилу. Если запись правого звукоприемника будет впереди записи ле-

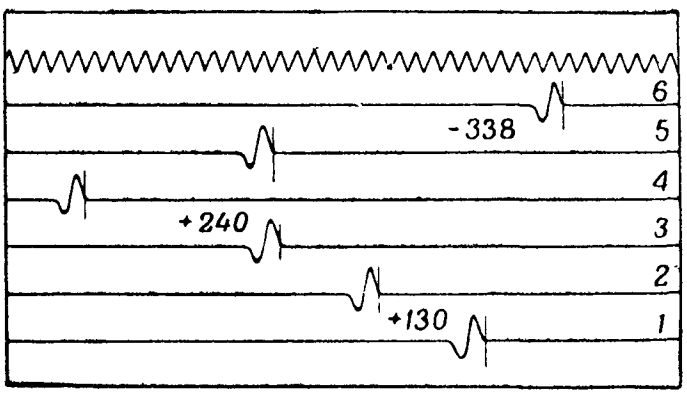


Рис. 70. На ленте записаны величины отсчетов с их знаками

вого звукоприемника данной акустической базы, то отсчет будет со знаком плюс и, наоборот, если запись левого звукоприемника будет впереди записи правого звукоприемника, отсчет будет со знаком минус. На рис. 68 видно, что τ_{12} и τ_{34} будут со знаком минус, а τ_{56} со знаком плюс.

Величины отсчетов с их знаками записываются на ленте (рис. 70) между записями правого и левого звукоприемников и заносятся в бланк снимающего отсчеты. Форма бланка и порядок ведения его даны в главе VII.

Снятие отсчетов при помощи специальной линейки

В практической работе звуковой разведки отсчеты снимаются при помощи специальной линейки, которую называют линейкой **для снятия отсчетов**. Иногда эту линейку называют по фамилии конструктора „линейкой Чуднова". Линейка сконструирована так, что она дает возможность очень легко отсчитывать десятые доли миллиметра и тем самым получать тысячные доли секунды. Линейка для снятия отсчетов (рис. 71) состоит из следующих частей: основания *1* с зажимами для помещения и закрепления ленты, каретки *2* с циферблатом *3* и рамкой *4*, скользящей по двойному бортику основания линейки, выдвижной линейки *5* с делениями и барашка *6*.

Циферблат разделен на 100 делений, которые нанесены в два ряда и обозначены цифрами. Наружный ряд красных цифр нанесен по часовой стрелке, а внутренний ряд черных цифр — против часовой стрелки. Цена одного деления циферблата равна 0,1 *мм*, что соответствует 0,001 секунды.

Циферблат — вращающийся, и его можно поворачивать рукой независимо от стрелки. Нуль циферблата может быть установлен против стрелки при любом ее положении. На выдвижной линейке *5* нанесены сантиметровые деления в два ряда: верхний ряд (красные деления) идет слева направо, а нижний ряд (черные) — справа налево.

Одно деление этой линейки, т. е. 1 *см*, соответствует 0,1 секунды. Скорость движения ленты при снятии отсчетов линейкой должна быть нормальной.

Для снятия отсчетов ленту вставляют в линейку и закрепляют ее при помощи зажимов. Затем перемещают каретку до совмещения риски рамки с началом левой записи данной базы. **Началом записи является начало подъема кривой** (на рис. 70 начала записей отмечены черточками). Риску совмещают

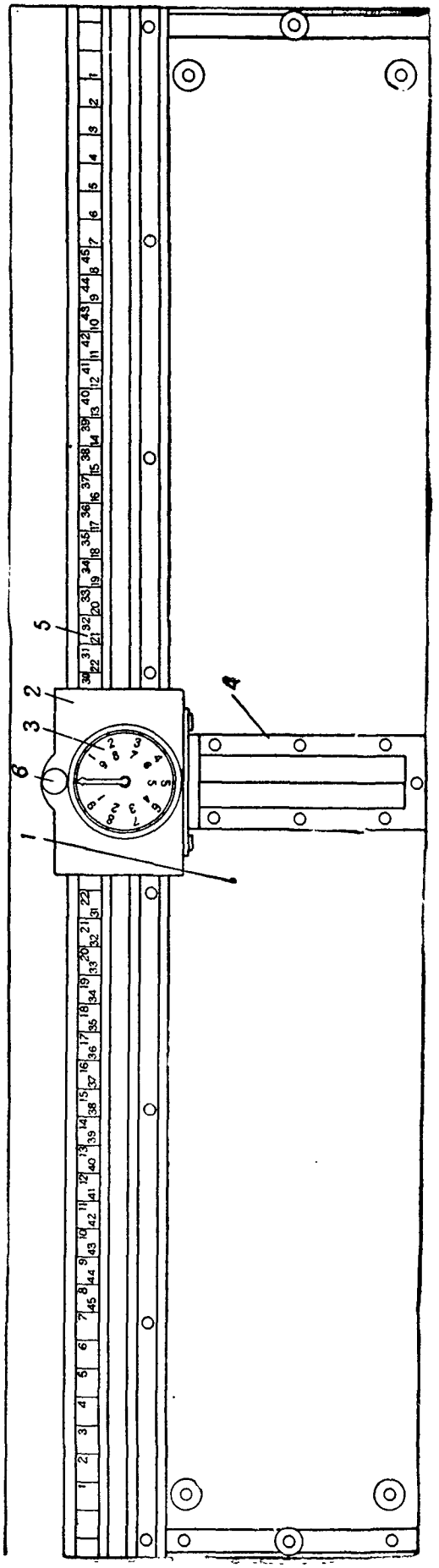


Рис. 71. Линейка для снятия отсчетов

с началом записи сначала грубо, вручную, а затем точно — барашком. Выдвижную линейку выдвигают вправо до упора ее в каретку циферблата и снова при помощи барашка уточняют установку риски. Сам циферблат поворачивают до тех пор, пока нуль не будет подведен под стрелку. После этого перемещают каретку вправо до совмещения риски с началом другой записи данной базы и читают разности времен в тысячных долях секунды. При снятии отсчета слева направо читают только красные цифры; первую цифру (сотни тысячных секунды) — на выдвижной линейке с левой стороны коробки циферблата, остальные две цифры (десятки и единицы тысячных секунды) — на циферблате.

При снятии отсчетов справа налево совмещают риску рамки с началом правой записи данной базы, а выдвижную линейку выдвигают влево до упора ее в каретку циферблата. Дальнейшие действия производят в указанном выше порядке, с той лишь разницей, что читают только черные цифры: первую — на выдвижной линейке с правой стороны коробки циферблата, остальные на самом циферблате. Например, если на выдвижной линейке справа от движка стоит цифра 2, а стрелка циферблата стоит на 73, то это значит, что $\tau = 273$, т. е. 0,273 секунды.

Снятие отсчетов при помощи линейки можно производить и таким порядком. Устанавливают каретку линейки в крайнем левом положении, а нуль на циферблате устанавливают против стрелки. Выдвижная линейка также должна стоять на нуле, т. е. упор на ее левом конце должен касаться каретки. Ленту вкладывают в линейку так, чтобы начало левой записи данной базы встало против риски рамки, и в этом положении левый конец ленты закрепляют. Затем перемещают каретку линейки до совмещения риски на рамке с началом правой записи данной базы и снимают отсчет. После этого каретку снова перемещают в крайнее левое положение.

При таком снятии отсчетов выдвижная линейка никуда не передвигается и при передвижении каретки в левое крайнее положение нуль на циферблате встает против стрелки.

Так как при работе с линейкой скорость ленты должна быть нормальной, то в процессе работы, и в особенности перед началом работы, необходимо проверить скорость ленты. При выверенном камертоне это делается так. Отмечают на ленте отрезок, равный 200 *мм*. Если на таком отрезке будет ровно 100 зубцов записи камертонного пера, значит лента движется с нормальной скоростью. Если же зубцов будет больше или меньше 100, то лента движется со скоростью, отличающейся от нормальной. В этом случае регулируют скорость ленты или же в снятые отсчеты вводят поправочный коэфициент.

Снятие отсчетов с помощью циркуля и линейки с поперечным масштабом

Если специальной линейки нет, то отсчеты снимают циркулем и линейкой с поперечным масштабом. Скорость движения ленты, так же как и при снятии отсчетов при помощи специальной линейки, должна быть нормальной. Скорость проверяют так, как было указано выше.

Циркулем и линейкой с поперечным масштабом отсчеты снимают в следующем порядке. Остро зачиненным карандашом отмечают начала записей обоих перьев данной базы и через начало записи одного какого-либо пера проводят перпендикулярную линию к нижнему (верхнему) срезу ленты до пересечения ее с линией второго пера (рис. 69). После этого циркулем берут величину отрезка между началами записей одного и другого пера данной базы, по линейке с поперечным масштабом измеряют его с точностью до десятых долей миллиметра и получают величину отсчета в тысячных долях секунды.

При скорости ленты, отличающейся от нормальной, в снятые отсчеты вводят поправочный коэфициент.

Снятие отсчетов по записи пера камертона

Снятие отсчетов по записи пера камертона производится при выверенном камертоне в тех случаях, когда лента движется неравномерно. При определении величины отсчета по записи пера камертона проводят через отмеченные начала записей звуковых волн линии, перпендикулярные нижнему (верхнему) срезу ленты, до пересечения с записью пера камертона (рис. 72). Затем между вертикальными линиями, проведенными через начало записей перьев данной базы, отсчитывают число зубцов записи пера ка-

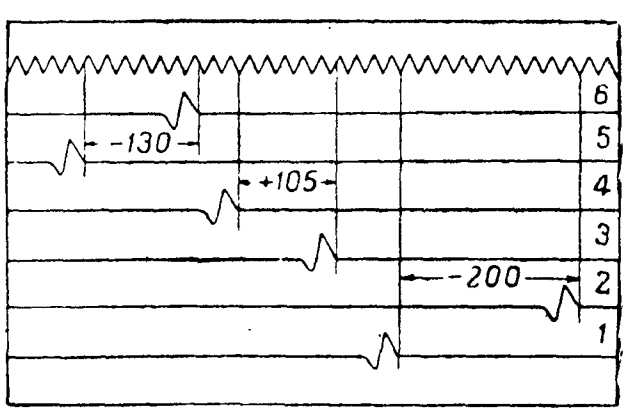


Рис. 72. Снятие отсчетов по зубцам записи камертона

мертона и умножают на 20. Полученное произведение и будет искомым отсчетом, выраженным в тысячных долях секунды.

Число зубцов умножают на 20 потому, что перо камертона совершает одно полное колебание за 20 тысячных секунды. Так, например, между записями первого и второго пера (рис. 72) уложилось 10 зубцов. Значит, отсчет равен $10 \cdot 20 = 200$ тысячным секунды. Число зубцов между записями может быть не полным. Остатки определяют наглаз, добавляют к полному числу зубцов и умножают на 20. Согласно этому (см. рис. 72)

$$\tau_{34} = 5\frac{1}{4} \cdot 20 = 105 \quad \text{и} \quad \tau_{56} = 6\frac{1}{2} \cdot 20 = 130.$$

На снятие отсчетов по записи пера камертона затрачивается много времени, и большой точности не обеспечивается. Вследствие этого таким способом пользуются только тогда, когда лента движется неравномерно.

§ 2. СНЯТИЕ ОТСЧЕТОВ ПРИ ПЛОХИХ НАЧАЛАХ ЗАПИСЕЙ

До сих пор мы рассматривали вопрос снятия отсчетов при наличии записей с хорошо выраженными началами, как это было изображено, например, на рис. 68, 69, 70 и 72. В этих случаях определение начал записей особого труда не представляет. Однако в боевой работе очень часто получаются записи с плохо выраженными началами, например, записи дульной волны на рис. 20. В этих случаях, прежде чем снимать отсчеты, нужно определить начало их. Необходимо помнить, что неправильное определение начал записей приводит к неправильному определению направлений, т. е. к ошибкам в определении координат целей. Например, ошибка в определении начал записей в 1 *мм* влечет за собой ошибку в направлении при $l = 1$ *км* равную 3 делениям угломера.

Причины плохих записей нами были изложены в главе II. Все они в основном обусловливаются влиянием на распространение звука метеорологических условий, а также рельефа местности, местных предметов и подстилающей поверхности. С целью ознакомления приведем здесь ряд записей дульных и балистических волн и волн разрывов снарядов, полученных в действительных условиях работы.

На рис. 73 номерами *1—7* обозначены записи дульных волн; номерами *8* и *9* — записи балистических волн; номерами *10* и *11* — записи дульных волн, слившиеся с записями балистических; номерами *12* и *13* — записи разрывов снарядов; номером *14* — запись пулеметной очереди при удалении звукоприемника от пулемета на 250 *м*; номером *15* — запись пулеметной очереди при удалении на 450 *м*; номером *16* — запись ветра при скорости 2–3 *м/сек* (при

незащищенном звукоприемнике) и номером *17* — запись слабой дульной волны на фоне записи пулеметной очереди.

На рис. 73 видно, что запись *2* имеет большую амплитуду и хорошее начало. Записи *1* и *3* хотя и имеют большие амплитуды, но начала записей выражены неясно. Ве-

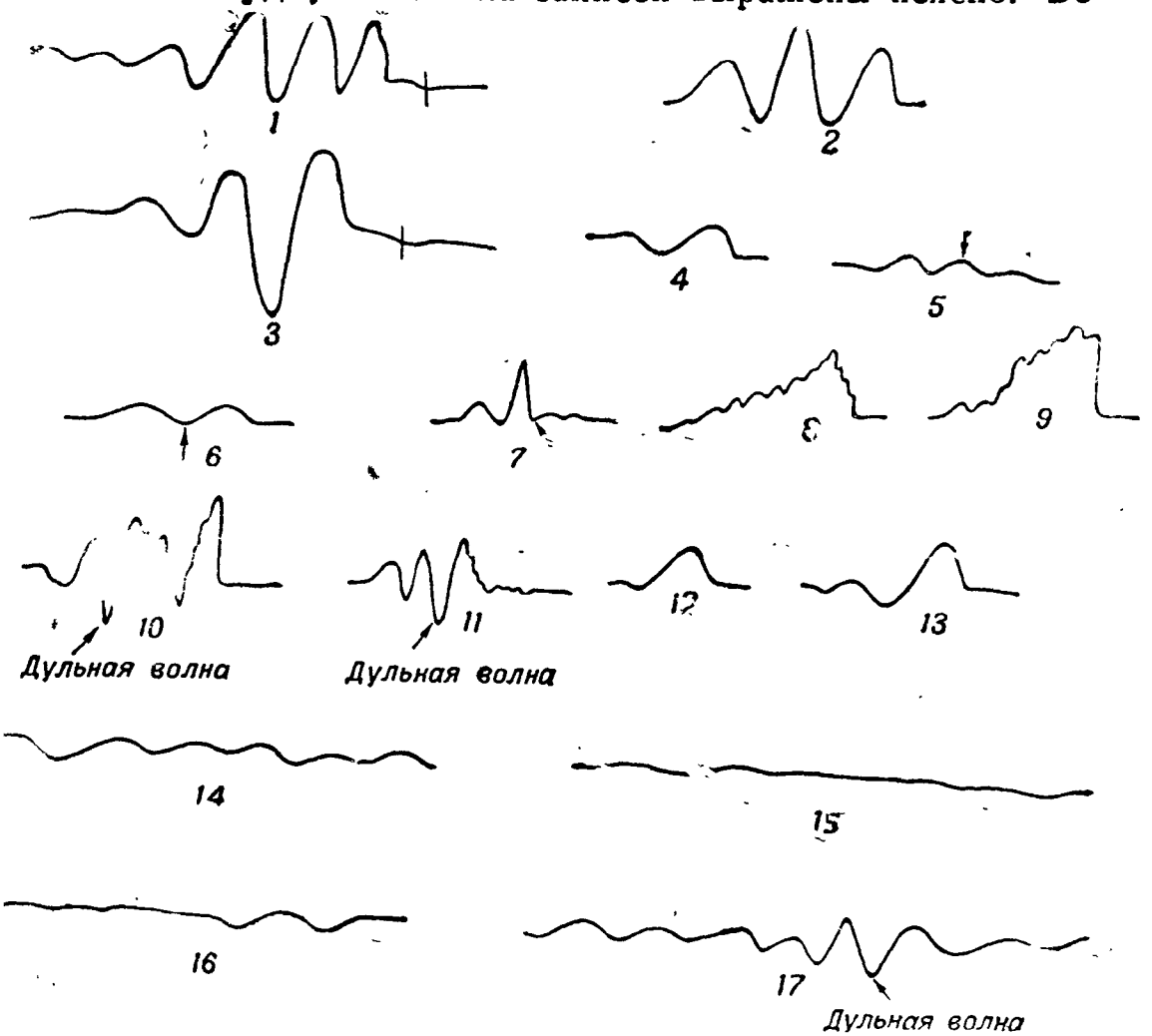


Рис. 73. Записи, получаемые при работе звуковой разведки

роятные начала их отмечены черточкой[1]. Но во избежание грубых ошибок отсчеты лучше снимать по нижним (верхним) пикам. Запись *4* имеет хотя и небольшую амплитуду, но начало выражено вполне удовлетворительно. Записи *5* и *6* с малыми амплитудами и с плохо выраженными началами. Здесь разность времен лучше определять по вершинам (впадинам), указанным стрелками. У записи *7* вначале видны мелкие зубчики. Начало записи инфраколебаний отмечено стрелкой. Начало записей *10* и *11* отметить невозможно. Для снятия отсчетов надо пользоваться нижними пиками, указанными стрелкой.

[1] Вполне вероятно также, что начала их идут правее черточек.

При расположении звукоприемников в разных условиях слышимости, например, если один звукоприемник базы будет стоять на открытой местности, а другой за каким-либо препятствием, записи их могут получиться совершенно различными, как, например, записи перьев *1* и *2* на рис. 74. Записи могут быть различными и тогда, когда один из звукоприемников базы вследствие каких-либо неисправностей будет менее чувствительным, чем другой.

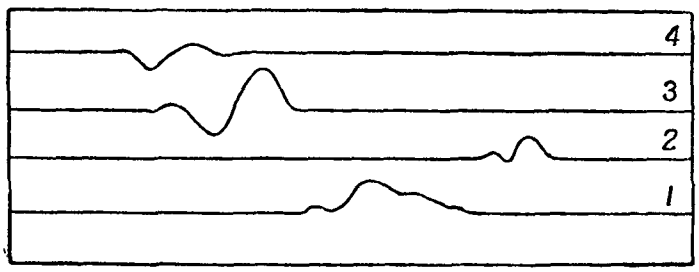


Рис. 74. Записи первого и второго перьев получены при установке звукоприемников в разных условиях слышимости. Записи третьего и четвертого перьев получены при условии, что четвертый звукоприемник был менее чувствителен, чем третий

В этом случае могут получиться записи, как это показано на линии перьев *3* и *4* на рис. 74. В таких случаях сильно затрудняется снятие отсчетов и вносятся дополнительные ошибки.

При плохих условиях слышимости записи вообще получаются с очень малыми амплитудами и плохими началами, как это показано на рис. 75. Записи перьев *2*, *3* и *5* хотя

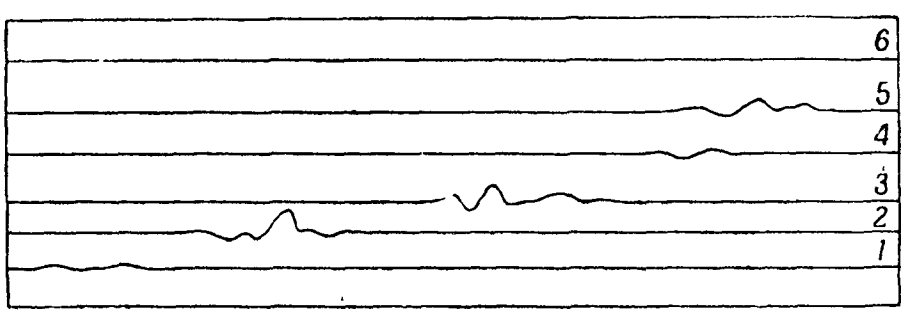


Рис. 75. Записи при плохих условиях слышимости

и имеют достаточные амплитуды, но начала их выражены не отчетливо. Записи перьев *1* и *4* едва заметны. Запись пера *6* совершенно незаметна. При снятии отсчетов по таким записям можно допустить большие ошибки. Поэтому

при снятии отсчетов по записям с плохими началами нужно быть очень внимательным. В этих случаях, как уже указывалось при рассмотрении записей на рис. 73, можно иногда более точно определить отсчеты не по началам записей, а по каким-либо другим ясно выраженным соответственным точкам. Если, например, посмотреть более внимательно на записи, показанные на рис. 76, то видно, что у записей перьев *2* и *4* хорошо выражены вершины. Поэтому для снятия отсчета можно взять точки на вершинах кривых. Подобным же образом можно снять отсчет и по записям перьев *5* и *6*. Но в этом случае надежнее

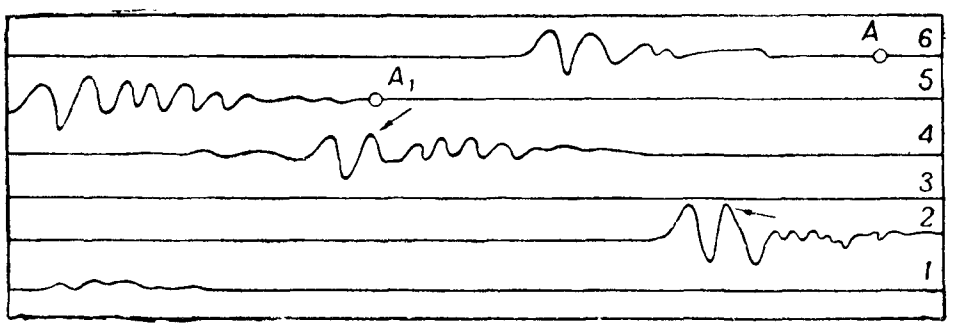


Рис. 76. Определение соответственных точек для снятия отсчетов при плохих началах записей

поступить таким образом. На записи одного какого-либо пера (например, шестого на рис. 76) наколоть произвольную точку — точку A и перевести на восковку данную запись с наколотой на ней точкой. Наложить затем восковку на запись другого пера этой же базы (в нашем случае пятого) и стараться как можно точнее совместить запись на восковке с записью пятого пера. Совместив записи, переколоть точку A на запись пятого пера и получить на ней точку A_1. Теперь отсчеты надо будет снимать между наколотыми точками A и A_1.

Иногда при очень плохих записях вообще нельзя найти соответственных точек. Во избежание грубых ошибок такие записи не обрабатывают и отмечают только район цели, которому соответствует примерно расположение записей на ленте. Иногда перья звукоприемников какой-либо базы записывают кривые вершинами в разные стороны, т. е. запись одного пера идет вначале кверху, а запись другого пера идет вначале книзу (рис. 77). При сличении таких записей это положение надо иметь в виду. Для устранения этого положения надо линии одного звукового поста данной базы переключить на переходном щитке одну на место другой. Невнимательное отношение к такому роду записей может привести к большим неприятностям. В качестве

примера такого рода неприятностей можно привести случай, который произошел в Н-ском ОРАД на Западном фронте в августовской операции 1942 г. Батарея противника после огневого налета вела методический огонь по нашему расположению. По звуку было ясно, что вражеская батарея стоит не далее 6—7 *км*, но с пункта обработки ВЗР передавали, что дальность до нее получается более 12 *км*. А дело было все в том, что записи оказались перевернутыми, начала плохие и пункт обработки не мог найти соответственных точек.

На практике встречаются и такие случаи, когда начало записей одного звукоприемника базы не соответствует моменту подхода волны, а отстает во времени на полпериода или даже на целый период колебания. Ошибка при

Рис. 77. Записи с первоначальными отклонениями, идущими в противоположные стороны

снятии отсчета будет равна этому периоду, т. е. если частота дульной волны равна, например, 10 *гц*, то ошибка будет 0,100 секунды. Это может произойти, например, вследствие заклинения мембраны бака звукоприемника. В последнем случае мембрана бака после реагирования на какую-либо звуковую волну устанавливается не в нейтральном, а в одном из крайних положений. Вверху на рис. 78 даны записи первого и второго перьев с их истинными началами, внизу запись первого пера дана с опозданием на один период. Если взять отсчеты по началам записей нижней части рисунка, то сделаем ошибку порядка 100 тысячных секунды. В этих случаях надо сменить звукоприемник или же надо набирать больше отсчетов и, сравнивая их между собой, отбирать действительные.

Из главы II нам известно, что при хороших условиях слышимости звуковые волны могут отражаться от поверхности земли и звуковая волна может приходить к звукоприемнику неоднократно (см. рис. 35). В этом случае можем получить записи, как это показано на рис. 79, где на линии перьев *1*, *2*, *3*, *4* и *5* записи начинаются мелкими зубчиками. На записях перьев *1* и *2* хорошо видны начала записей основных колебаний, поэтому в этом случае надо

снимать отсчеты по началам записей этих колебаний. У записей перьев *3* и *4* лучше видны начала мелких зубчиков;

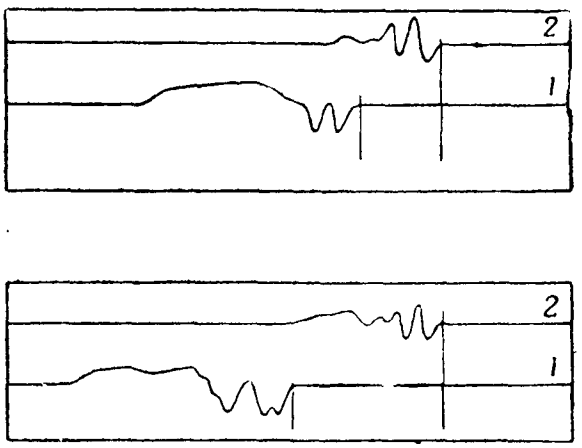


Рис. 78. Вверху записи с истинными началами, внизу запись первого пера дана с опозданием на один период

здесь надо снимать отсчеты по началам этих мелких зубчиков. Запись пера *6* начинается с записи основных колеба-

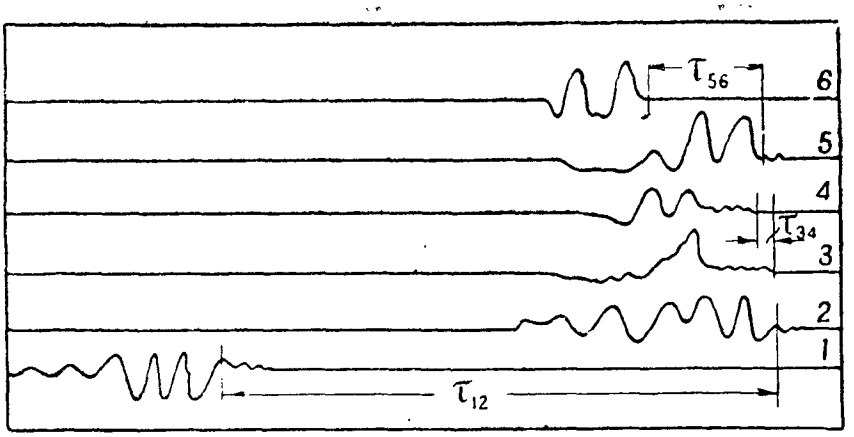


Рис. 79. У кривых первого, второго, третьего, четвертого и пятого перьев впереди выступают записи отраженных волн в виде мелких зубчиков

ний, поэтому между записями перьев *5* и *6* надо снимать отсчеты по записям основных колебаний. На рис. 79 видно, что при наличии мелких зубчиков впереди основных колебаний надо особенно внимательно относиться к выбору начал записей. Во всяком случае всегда надо следить за тем, чтобы на линии обоих перьев одной и той же акустической базы были взяты за начала записей начала основных колебаний или же начала мелких зубчиков. Ни в коем случае нельзя брать на линии одного пера начало записи

основного колебания, а на линии другого — начало мелких зубчиков.

При снятии отсчетов большая ошибка может получиться вследствие перепутывания дульных волн с балистическими, т. е. если на линии одного пера будет принята во внимание дульная волна, а на линии другого — балистическая. При обучении снятию отсчетов необходимо больше обращать внимание на определение характера дульных и балистических волн, получаемых в различных метеорологических условиях. В зависимости от атмосферных условий различие в записях этих волн иногда настолько сглаживается, что на первый взгляд ее очень трудно уловить.

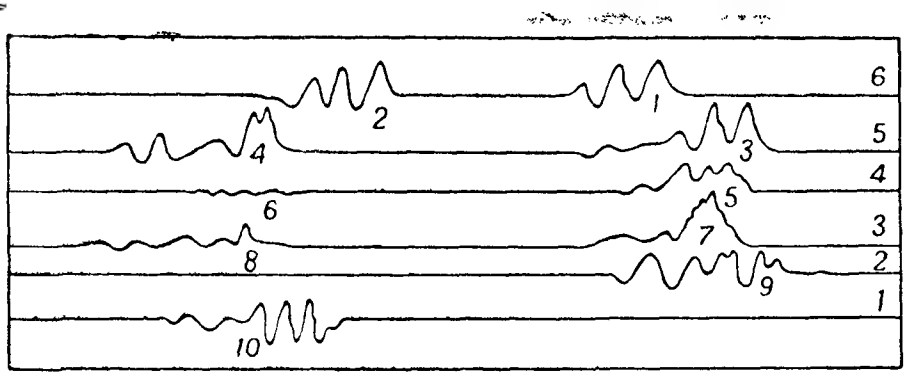


Рис. 80. На линиях второго, пятого и шестого перьев записи балистических волн, отмеченные цифрами 9, 1 и 3, легко можно принять за дульные

На рис. 80 даны записи одного выстрела. На линиях перьев *3*, *4*, *5* и *6* впереди идут записи балистических волн. Записи дульной волны на линии пера *2* не получилось. Записи балистических волн, помеченные цифрами *9*, *1* и *3*, очень легко принять за записи дульных волн. Более заметно различие между записями балистической волны и дульной только на линии пера *3*. В данном случае можно вести обработку только по двум базам *1—3* или *1—5* и *5—6*.

Если при снятии отсчетов последние на линии некоторых перьев будут сняты по записи балистической волны, то при засечке цели при помощи трех баз треугольник погрешностей будет получаться большим или вообще направления могут не пересекаться, что будет являться некоторым контролем над правильностью снятия отсчетов.

§ 3. ПОПРАВКА НА ПАРАЛЛАКС ПЕРЬЕВ

Передние концы перьев пишущего механизма не всегда находятся на одной вертикальной линии, перпендикулярной верхнему или нижнему срезу ленты, вернее они, как правило, не находятся на одной вертикальной линии. При

таком положении могут быть внесены ошибки в измеряемые разности времен. Действительно, при разности времен, равной нулю (цель на директрисе), измеряемый по записям на ленте отсчет τ также должен быть равен нулю; но если передний конец одного пера какой-либо базы будет находиться впереди или сзади пера другой базы (см. перья правой базы на рис. 81), то в этом случае измеряемый отсчет не будет равен нулю, а будет равен какой-то другой величине, отличной от нуля. Пусть, например (рис. 81), передние концы перьев средней базы (третьего и четвертого звукоприемников) стоят на одной вертикальной линии. Тогда при разности времен, равной нулю, отсчет τ равен нулю; и пусть теперь передний конец первого пера правой

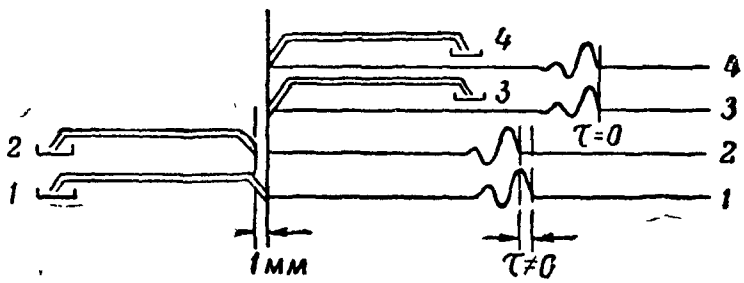


Рис. 81. Концы перьев пишущего механизма не находятся на одной вертикальной линии

базы находится на 1 *мм* впереди второго пера этой же базы, тогда при разности времен, равной нулю, получим отсчет, не равный нулю, а равный $+0{,}010$ секунды, т. е. ошибка в данном случае будет равна $+0{,}010$ секунды. Ошибка эта остается постоянной для всех отсчетов. Так, например, при действительной разности времен, равной $+0{,}143$ секунды, получим $\tau = +153$ и т. д.

Таким образом, если передний конец какого-либо пера будет смещен по ходу ленты относительно переднего конца другого пера данной базы, то отсчеты будут получаться каждый раз с какой-то ошибкой. Поэтому в измеряемые отсчеты в этих случаях надо будет вносить поправку.

Смещение переднего конца одного пера по ходу ленты относительно переднего конца другого пера данной базы называется **параллаксом** перьев. Следовательно, при наличии параллакса перьев надо в измеренные отсчеты вводить поправку, которая называется **поправкой на параллакс перьев.**

Поправка на параллакс перьев по своей величине равна параллаксу, но имеет знак, обратный знаку параллакса. **Поправка на параллакс перьев обозначается буквой** P (рис. 82).

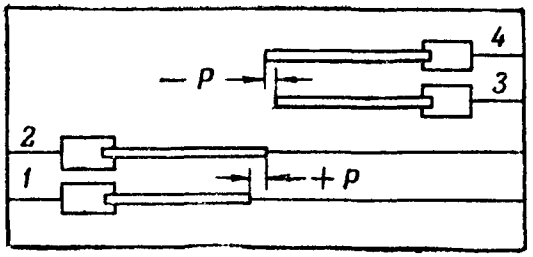


Рис. 82. Определение знака поправки на параллакс перьев

Величина поправки на параллакс перьев измеряется, как и отсчеты, с точностью до 0,001 секунды. Поправка на параллакс со своим знаком вводится или в отсчет τ, или в синус угла α. Отсчет с поправкой на параллакс перьев будет

$$\tau_P = \tau + P,$$

где τ — отсчет, снятый с ленты,

τ_P — отсчет с учетом поправки на параллакс перьев.

Если обе части этого уравнения разделить на базу во времени T, то получим, что

$$\sin \alpha_P = \sin \alpha + \frac{P}{T}, \qquad (2)$$

где $\sin \alpha_P$ — синус угла α с учетом поправки на параллакс перьев,

$\frac{P}{T}$ — поправка на параллакс перьев в синус угла α.

Обозначим эту поправку через $\Delta\tau_P$, и тогда

$$\Delta\tau_P = \frac{P}{T}, \qquad (3)$$

где знак поправки $\Delta\tau_P$ зависит от знака величины P.

Пример. При $P = +0{,}012$ секунды и $T = 3$ секунды $\Delta\tau_P = +0{,}004$ и при $P = -0{,}012$ секунды $\Delta\tau_P = -0{,}004$. Получив $\sin \alpha = +0{,}512$, в первом случае будем иметь $\sin \alpha_P = +0{,}516$ и во втором случае $\sin \alpha_P = +0{,}508$.

Знак параллакса перьев определяется точно так же, как и знак отсчета, т. е. если по ходу ленты передний конец правого пера впереди переднего конца левого пера данной базы, то параллакс будет с плюсом, и если впереди передний конец левого пера данной базы, то параллакс будет с минусом.

Так как поправка на параллакс перьев имеет обратный знак по отношению к параллаксу, то правило знаков для поправки на параллакс будет обратным, а именно: **если по ходу ленты передний конец левого пера будет впереди переднего конца правого пера данной базы, то знак у поправки на параллакс P будет плюс** и, наоборот, если впереди будет передний конец правого пера, то знак у по-

правки будет минус (на рис. 82 для перьев *1* и *2* поправка с плюсом, а для перьев *3* и *4* поправка с минусом).

Величина поправки на параллакс перьев зависит только от длины перьев и установки их в пишущем механизме регистрирующего прибора, поэтому при данной установке их поправка остается постоянной и может быть определена заблаговременно. Величина параллакса перьев (величина поправки на параллакс) измеряется практически по началам записи на ленте при помощи линейки для снятия отсчетов, а если этой линейки нет, то при помощи циркуля и линейки с поперечным масштабом.

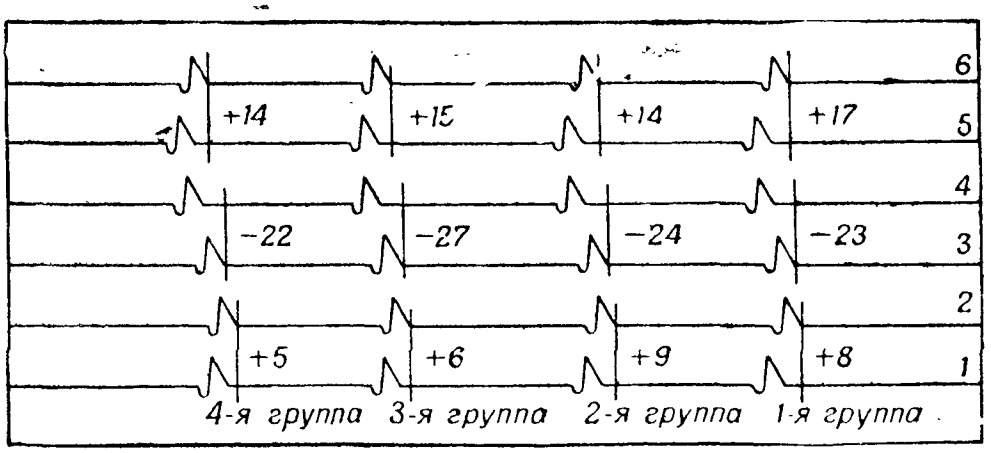


Рис. 83. Четыре группы записей, полученные для определения параллакса перьев

Для более точного измерения величины поправки на параллакс перьев на ленте получают четыре группы записей всех перьев при одновременном сдвиге их (рис. 83).

Записи для снятия поправки на параллакс следует получать при нормально движущейся ленте.

Порядок измерения величины поправки на параллакс с помощью линейки для снятия отсчетов остается таким же, как и при снятии отсчетов. Измеряют величины отрезков между началами записей каждой пары перьев, звукоприемники которых составляют акустическую базу, например, между звукоприемниками *1—2*, *3—4* и *5—6*, и по измеренным значениям параллакса каждой базы берут средние значения их. Записи для определения поправки на параллакс получают при помощи специального приспособления, имеющегося на регистрирующем приборе (подобного рода записи можно также получить, если сбоку сильно дунуть на перья при движущейся ленте). В соответствии с указанным выше правилом знаков **поправку на параллакс берут со знаком плюс, если начало записи левого пера данной базы будет впереди начала записи правого пера, и, наоборот, поправку на параллакс берут**

с минусом, если начало записи левого пера будет сзади начала записи правого пера. На рис. 83 показано четыре группы записей, согласно которым величины поправок на параллакс для правой базы (звукоприемники *1—2*) получились равными: +8, +9, +6, +5, откуда среднее значение $P = +7$; для средней базы —23, —24, —27, —22, откуда $P = -24$ и для левой базы +17, +14, +15, +14, откуда $P = +15$. Для правой и левой баз знак плюс взяли потому, что записи перьев левых звукоприемников этих баз (второго и шестого) стоят впереди записей перьев правых звукоприемников (первого и пятого). На основании указанного выше правила знаков у средней базы поправку на параллакс взяли с минусом.

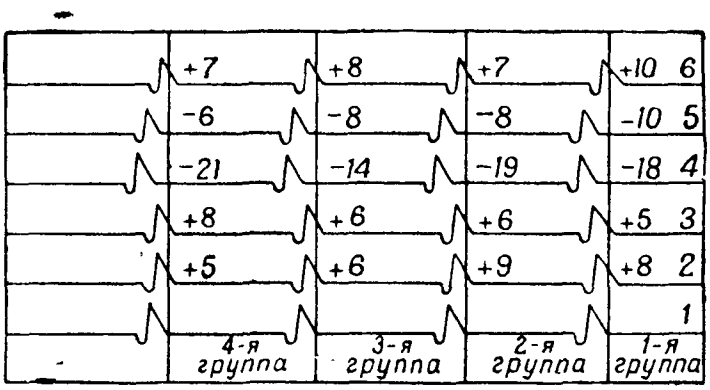


Рис. 84. Определение параллакса перьев по отношению к записи пера первого звукоприемника

В боевой работе звуковой разведки приходится считаться с тем обстоятельством, что нередко часть звукоприемников выходит из строя. В этих случаях для образования акустических баз спаривают звукоприемники первый с третьим или четвертым, второй с третьим, четвертым или пятым и т. д., поэтому поправку на параллакс перьев приходится определять не только между записями первого и второго перьев, третьего и четвертого и т. д, но и между записями перьев в других сочетаниях. В связи с этим рекомендуется вообще определять поправку на параллакс перьев между записями первого (основного) пера и остальными пятью перьями. Величины поправок на параллакс, снимаемые по каждой группе записей (рис. 84), лучше записывать в табличку, по которой и определяются средние значения их.

Ниже приводится табличка для определения поправки на параллакс перьев, полученная согласно рис. 84. Поправка дана в тысячных секунды.

№ перьев / № групп	1	2	3	4	5	6
1	0	+8	+5	—18	—10	+10
2	0	+9	+6	—19	—8	+7
3	0	+6	+6	—14	—8	+8
4	0	+5	+8	—21	—6	+7
ΣP	0	+23	+25	—72	—32	+32
$P_{ср}$	0	+7	+6	—18	—8	+8

При расчете поправки на параллакс перьев по этой табличке правило знаков для поправки остается прежним, т. е. если запись какого-либо пера стоит впереди записи первого пера, то поправку берут с плюсом, и наоборот. Чтобы определить поправку между перьями любой пары звукоприемников, достаточно из величины $P_{ср}$ левого звукоприемника базы вычесть величину $P_{ср}$ правого звукоприемника, при этом величины $P_{ср}$ надо брать с их знаками. Например, поправка на параллакс между перьями второго и третьего звукоприемников будет $P_{23} = +6-(+7) = -1$ и далее $-P_{34} = -18-(+6) = -24$, $P_{35} = -8-(+6) = -14$ и т. д.

При снятии поправки на параллакс перьев при помощи циркуля и линейки с поперечным масштабом отмечают острым карандашом начала записей и так же, как и при помощи линейки для снятия отсчетов, снимают величины поправки между записями каждой базы, т. е. между записями первого и второго перьев, третьего и четвертого и т. д., или же между записью первого пера и всеми остальными.

Так как величина поправки на параллакс бывает порядка 1—2 *мм*, а в некоторых случаях и меньше, то такие небольшие отрезки с достаточной точностью циркулем брать трудно, поэтому сзади каждого ряда записей проводят вертикальные линии (рис. 85), приблизительно в 20 *мм* от начала записи первого пера.

Циркулем берут отрезки от вертикальной линии до отметки начала каждой записи и откладывают по линейке с поперечным масштабом с точностью до 0,1 *мм*. Полученные величины по линии каждого пера складывают и для каждой акустической базы определяют поправку

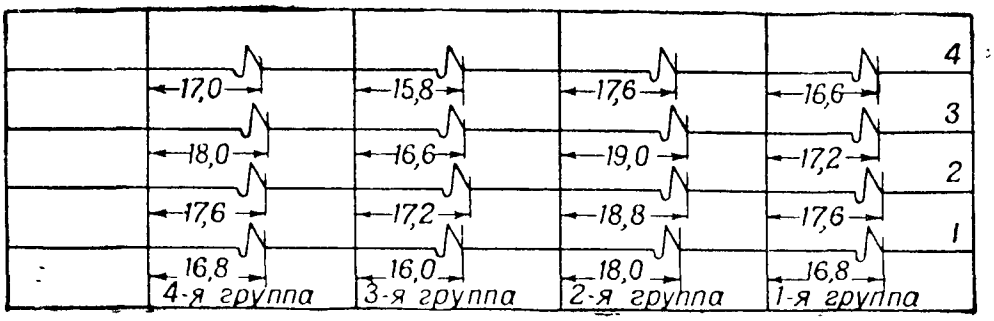


Рис. 85. Группы записей и вертикальные линии к ним для определения параллакса перьев с помощью циркуля и масштабной линейки

на параллакс, для чего из средней величины отрезков левых звукоприемников базы вычитают средние величины отрезков правых звукоприемников. Полученные остатки с их знаками умножают на десять; это и будет поправка для данных баз, выраженная в тысячных долях секунды. Например (рис. 85) по линии первого пера величины отрезков от вертикальных линий до начала записей соответственно равны 16,8; 18,0; 16,0 и 16,8 *мм*; по линии второго пера величины отрезков равны 17,6; 18,8; 17,2 и 17,6 *мм* и т. д. Сумма отрезков на линии первого пера равна 67,6 *мм*, или средняя величина равна 16,9 *мм*; на линии второго пера сумма равна 71,2 *мм* и средняя величина 17,8 *мм*. Разность между средними величинами второго и первого перьев равна $+0{,}9$ *мм*, или $P_{12} = +9$ тысячным секунды.

Расчет поправки на параллакс и в этом случае лучше производить по таблице. Подобная таблица приведена ниже для четырех перьев.

№ перьев / № групп	1	2	3	4
1	16,8	17,6	17,2	16,6
2	18,0	18,8	19,0	17,6
3	16,0	17,2	16,6	15,8
4	16,8	17,6	18,0	17,0
Σ	67,6	71,2	70,8	67,0
Средняя величина отрезка	16,9	17,8	17,7	16,8

Пользуясь этой табличкой, можно легко рассчитывать величины поправок для любой комбинации перьев. Например, при расчете поправки для второго и четвертого перьев надо определить разность между средними величинами отрезков второго и четвертого перьев и разность умножить на 10. В данном случае получаем:

$P_{24} = 16{,}8 - 17{,}8 = -1$ *мм* или $P_{24} = -10$ тысячным секунды.

Соответственно этому $P_{23} = -1$ тысячной секунды и т. д.

§ 4. ЗАДАЧА ОБРАБОТКИ ОТСЧЕТОВ

Задача обработки отсчетов заключается в расчете истинного угла α, определяющего направление на источник звука (на цель), или в расчете синуса этого угла. При работе в равнинной местности истинным углом α называют угол α с внесенными в него поправками на параллакс перьев, на ветер и на удаление. Подобно этому истинным синусом угла α называют синус угла α с внесенными в него поправками на параллакс перьев, на ветер и на удаление. Истинный угол обозначается α с нулем внизу и определяется по формуле

$$\alpha_0 = \alpha + \Delta\alpha_P + \Delta\alpha_W + \Delta\alpha_\eta. \tag{4}$$

Синус угла α_0 будет определяться по формуле

$$\sin\alpha_0 = \sin\alpha + \Delta\tau_P + \Delta\tau_W + \Delta\tau_\eta. \tag{5}$$

Подобно этому истинный отсчет будет:

$$\tau_0 = \tau + P + \Delta\tau'_W + \Delta\tau'_\eta, \tag{6}$$

где $\Delta\tau'_W$ и $\Delta\tau'_\eta$ — поправки на ветер и удаление в отсчет τ.

При работе в горной местности истинным углом будет называться угол α_0 с учетом поправки на превышение, обозначаемый через α_{0_h}:

$$\alpha_{0_h} = \alpha_0 + \Delta\alpha_h. \tag{7}$$

Подобно этому

$$\sin\alpha_{0_h} = \sin\alpha_0 + \Delta\tau_h \tag{8}$$

и

$$\tau_{0_h} = \tau_0 + \Delta\tau'_h. \tag{9}$$

В практике работы подразделений звуковой разведки **принят способ построения направлений на цель по синусу угла.** При работе по этому способу величину синуса угла α и поправку на параллакс можно определять простым делением τ и P на базу во времени T. Но для такого определения требуется много времени. Поэтому в практической работе величину синуса угла α и поправку на параллакс определяют при помощи специальной счетной звукометрической линейки. Поправки на ветер, на удаление и на превышение цели (на наклон баз и угол места) определяют по заранее рассчитанным таблицам или по графикам (номограммам).

§ 5 ОПРЕДЕЛЕНИЕ СИНУСА УГЛА α И ПОПРАВКИ НА ПАРАЛЛАКС ПЕРЬЕВ ПРИ ПОМОЩИ СЧЕТНОЙ ЗВУКОМЕТРИЧЕСКОЙ ЛИНЕЙКИ

Счетная звукометрическая линейка состоит из основания *1* (рис. 86), движка *2* и ползунка. На рис. 86 ползунок не указан. На основании линейки нанесено четыре логарифмические шкалы: две на одной стороне (нижняя часть рис. 86) и две на другой (верхняя часть рис. 86). На движке нанесено три шкалы, из которых одна на одной стороне и две на другой. Три логарифмические шкалы на основании отмечены слева каждой шкалы значком τ. По этим шкалам берут величины τ в тысячных долях секунды.

На первой шкале основания линейки нанесены логарифмы чисел от 1 до 50; на второй шкале, которая нанесена на обратной стороне основания, нанесены логарифмы чисел от 10 до 500 и на третьей шкале от 100 до 5000. На движке шкалы отмечены значками τ_1; это не что иное, как условное обозначение $\sin\alpha$. На первой шкале движка даны логарифмы величин $\sin\alpha$ в тысячных от 1 до 10, на второй — от 10 до 100 и на третьей — от 100 до 1000. Например, число 561 означает, что $\sin\alpha = 0{,}561$ и т. д.

О четвертой, нижней, шкале, нанесенной на основании линейки, будет сказано ниже. При помощи такой линейки можно брать величины отсчетов τ от $\tau = 1$ до $\tau = 5000$ и получать $\sin\alpha$ от $\sin\alpha = 1$ (тысячной) до $\sin\alpha = 1000$ (тысячных), т. е. до единицы.

Действия на линейке подразделяются на **подготовительные и рабочие.**

Подготовительные действия — это деление величины акустической базы l на величину скорости звука C, т. е. получение базы во времени

$$T = \frac{l}{C}.$$

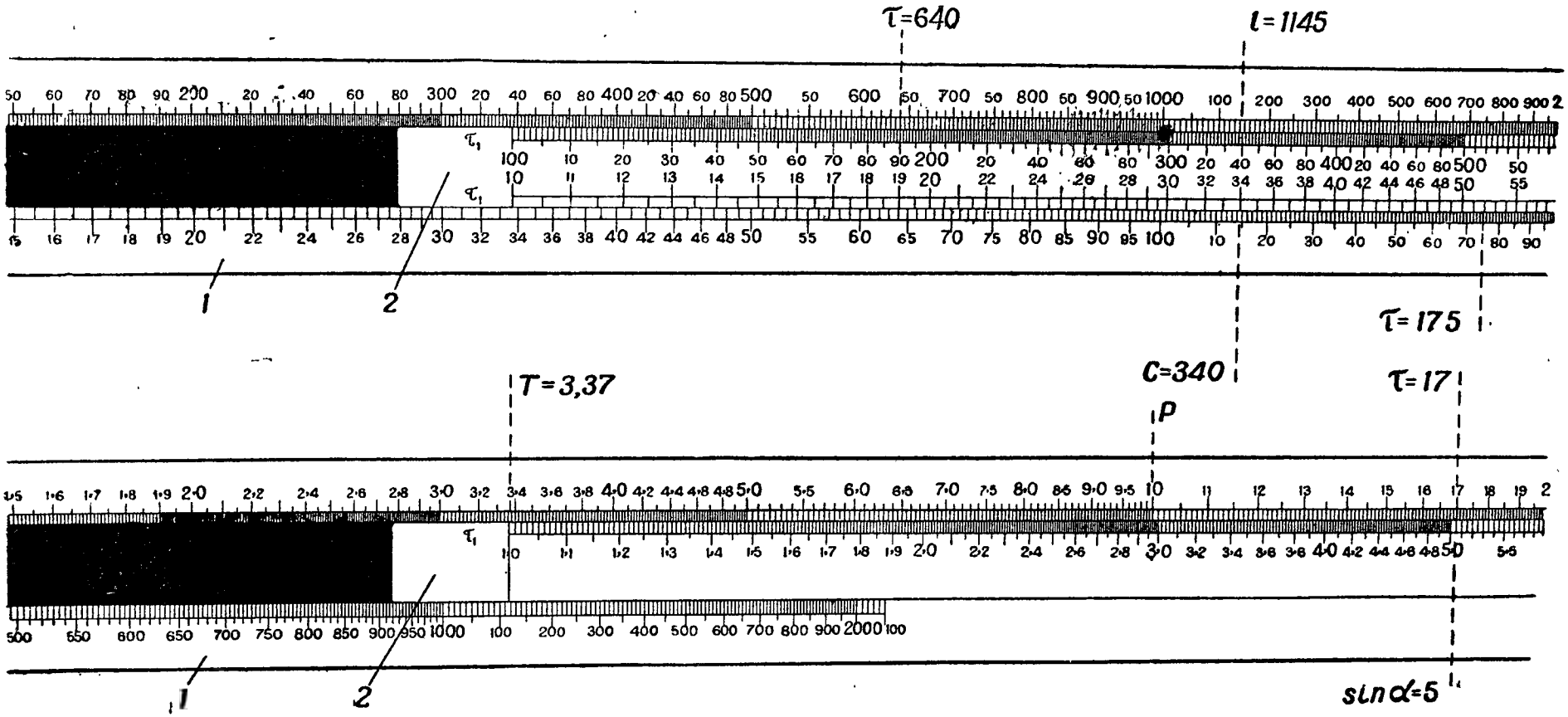


Рис. 86. Счетная звукометрическая линейка

Для этого на верхней шкале основания, на которой нанесены деления от 1 до 5000, находят штрих, соответствующий величине акустической базы l, и подводят под него риску движка, соответствующую скорости звука C. В результате получают величину T. На этом подготовка линейки заканчивается. После этого передвигать движок никуда не следует; в таком положении он остается до тех пор, пока не будет изменена длина базы или скорость звука.

Для установки скорости звука C последнюю берут или по таблице (таблица дана в приложении 1), или по формуле

$$C = 331 + 0{,}6t_v.$$

При работе на линейке для определения $\sin\alpha$ знать величину T необязательно.

Рабочими действиями называются действия по определению $\sin\alpha$ путем деления τ на T. Это производится в следующем порядке. На одной из шкал линейки, отмеченной τ, находят величину отсчета (τ), снятую с ленты, и под (над) ней на шкале движка, отмеченной τ_1, находят $\sin\alpha$.

Приведем примеры на определение $\sin\alpha$ при помощи счетной звукометрической линейки:

Дано: $l = 1145$ *м*, $t_v = +15°$, $\tau = 17$, $\tau = 175$ и $\tau = 640$. Найти $\sin\alpha$.

Решение. Находим по формуле (по таблице) скорость звука C.

$$C = 331 + 0{,}6 \cdot 15 = 340 \text{ м/сек}.$$

Находим на верхней шкале основания штрих, отвечающий $l = 1145$ *м*, и устанавливаем ползунок так, чтобы правая или левая риска его встала против штриха, соответствующего длине базы $l = 1145$ *м*. Перемещаем теперь движок вправо на столько, чтобы штрих на его шкале, отвечающий числу 340 (скорости звука), встал против штриха 1145 на верхней шкале, отмеченной риской ползунка. Другими словами, штрих на шкале движка, отвечающий скорости звука, подводим под штрих шкалы на основании линейки, соответствующей длине базы l (см. верхнюю часть рис. 86). Теперь линейка для работы подготовлена и движок больше никуда перемещать не надо.

Определяем синус угла α по заданной величине τ. Берем $\tau = 17$. Величину 17 находим на верхней шкале основания, на которой обозначены величины от 1 до 50 (нижняя часть рис. 86). Устанавливаем ползунок так, чтобы одна из его рисок встала против штриха 17, и по ближней шкале движка считаем величину 5,05. Округляем до целых единиц (до тысячных) и получаем, что $\sin\alpha = 5$ тысячным.

Величину $\tau = 175$ находим на нижней шкале обратной стороны линейки (верхняя часть рис. 86). Устанавливаем риску движка против штриха, соответствующего $\tau = 175$, и вверху по ближней шкале движка находим 52, т. е. $\sin\alpha = 52$ тысячным. При $\tau = 640$ находим штрих, соответствующий $\tau = 640$, на верхней шкале основания и на верхней шкале движка находим $\sin\alpha = 190$ и т. д. Из примеров мы видим, что знать величину T для определения $\sin\alpha$ нам не понадобилось. В случае надобности эту величину могли бы прочитать на шкале основания линейки с делениями от 1 до 50,

по которой против крайней риски левого конца движка могли бы прочитать значение T. В данном случае $T = 3{,}37$ (нижняя часть рис. 86). Действительно, разделив 1 145 на 340, получаем 3,37.

На пункте обработки батареи звуковой разведки число счетных линеек должно соответствовать числу баз.

При измерении длины базы, например, при выбытии одного звукоприемника из строя, движок переставляют согласно новому значению l. Движок переставляют также и при изменении скорости звука в зависимости от температуры. В этом случае движок надо переставлять при изменении температуры на два градуса, что соответствует изменению скорости звука примерно на 1 *м/сек*.

Задача 1. Дано $l = 950$ *м*, $t_v = -10°$, $\tau = 250$, $\tau = 841$ и $\tau = 1517$. Найти синусы угла α.

Задача 2. Согласно значениям задачи 1 определить синусы угла α при $t_v = +10°$.

Счетная звукометрическая линейка позволяет работать при базах длиной до 1 600 *м*. При более длинных базах на линейке нельзя делить отсчеты обычным порядком. В этих случаях надо длину базы l уменьшить в два раза и получаемый отсчет τ также уменьшить в два раза. Например, получили $l = 2\,900$ и $t_v = +15°$. Берем $\frac{l}{2} = 1\,450$ и согласно скорости звука устанавливаем движок. При получении τ, например $\tau = 800$, будем брать $\frac{\tau}{2} = 400$ и получим на линейке $\sin\alpha = 94$.

При помощи счетной звукометрической линейки можно определять и поправку на параллакс перьев $\Delta\tau_p$, так как $\Delta\tau_p = \frac{P}{T}$. Для этого при подготовленной для работы линейке (при установленной величине T) надо только найти на шкале основания величину P и по шкале движка прочитать величину поправки $\Delta\tau_p$. Например, при $l = 1145$ *м* и $C = 340$, получив $P = 10$, находим, что $\Delta\tau_p = 2{,}97$ (см. нижнюю часть рис. 86), или, округляя до целых единиц, получаем $\Delta\tau_p = 3$ (тысячных). При $P = 18$ $\Delta\tau_p = 5$ и т. д.

Выше было указано, что на основании счетной звукометрической линейки имеются четыре шкалы, три из них отмечены значком τ и четвертая — $2C$. Четвертая шкала представляет собой логарифмы величин $T_0 = \frac{l}{C_0}$, где C_0 — скорость звука при 0°. Эта шкала была сделана по следующим соображением. Раньше принято было длину базы l обозначать через $2C$ и синус угла α находить в два приема. Сначала определяли $\sin\alpha_1$ при значении $t_v = 0°$, а затем в величину $\sin\alpha_1$ вводили поправку на температуру. Величину $\sin\alpha_1$ обозначали через τ_1 (поэтому шкалы на движке обозначены значком τ_1). Так как при определении $\sin\alpha$ в два приема увеличивается время обработки и допускаются дополни-

тельные ошибки, то в настоящее время определение синуса в два приема не применяется. Вследствие этого мы не будем останавливаться на этом способе. Желающие могут ознакомиться с ним, прочитав книгу Головина Н. Я. и Таланова А. В. „Звукометрия" или другие ранее изданные пособия.

§ 6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ $\sin\alpha_0\,(\sin\alpha_{0h})$

Действия по определению $\sin\alpha_0\,(\sin\alpha_{0h})$ подразделяются на **подготовительные и рабочие.** Подготовительные действия, при выполнении которых пользуются сводным бланком вычислителя, заключаются в определении скорости звука и суммы поправок на параллакс перьев и на ветер.

В сводный бланк вычислителя записывают также длины акустических баз и координаты центров их и точек на директрисе, о чем подробнее будет сказано в следующем параграфе.

При выполнении рабочих действий пользуются бланком обработки отсчетов, по которому определяют $\sin\alpha_0\,(\sin\alpha_{0h})$. Форма бланков показана ниже.

Сводный бланк вычислителя рассчитан для разных комбинаций баз, на случай выхода из строя одного или нескольких звуковых постов. Например, при выбытии второго звукового поста берется база между первым и третьим (1—3) и т. д.

Бланк обработки отсчетов состоит из двух частей. В верхней части определяется средняя величина отсчета с каждой базы, а в нижней — $\sin\alpha_0\,(\sin\alpha_{0h})$.

Подготовительные и рабочие действия может производить один человек, но для бо́льшей надежности лучше вычисление производить двум вычислителям. Приведем пример[1] на определение $\sin\alpha_0$ с указанием порядка работы и заполнения сводного бланка и бланка обработки отсчетов.

Дано:

База левая	База средняя	База правая
$l = 1062$ *м*	$l = 920$ *м*	$l = 1\,033$ *м*
$Д(ОД) = 2\text{-}00$	$Д\,(ОД) = 59\text{-}00$	$Д\,(ОД) = 58\text{-}00$
$P = +15$	$P = -21$	$P = +7$
$W = 5$ *м/сек*	$W = 5$ *м/сек*	$W = 5$ *м/сек*
$Д\,(W) = 26\text{-}00$	$Д\,(W) = 26\text{-}00$	$Д\,(W) = 26\text{-}00$
$t_v = +22°$	$t_v = +22°$	$t_v = +22°$
$\eta = 7$	$\eta = 6$	$\eta = 7$

[1] В примере значения W, $Д\,(W)$ и t_v приняты равными для всех баз только для упрощения задачи, но эти значения для всех баз могут быть и не равны между собой, в особенности при работе с учетом распределения метеорологических данных по высоте.

Согласно этим данным вычислитель приступает к заполнению сводного бланка:

1) Заносит значения t_v и W в верхнюю часть бланка.

2) Записывает в соответствующие строки значения $Д(W)$, $Д(ОД)$, P и l для трех баз ($M_1 M_2$; $M_3 M_4$ и $M_5 M_6$) и при наличии необходимых данных для других баз[1].

3) Определяет по таблице или по формуле $C = 331 + 0{,}6t_v$ скорость звука и заносит значение ее в верхнюю часть бланка: $C = 344$ *м/сек*.

4) Определяет углы θ и записывает их под строкой $Д(ОД)$: $\theta_{12} = 28\text{-}00$; $\theta_{34} = 27\text{-}00$ и $\theta_{56} = 24\text{-}00$.

5) По таблице поправок на ветер определяет поправки и заносит их в строку $\Delta\tau_W$: $\Delta\tau_{W_{12}} = +3$; $\Delta\tau_{W_{34}} = +5$ и $\Delta\tau_{W_{56}} = +9$.

6) Берет три счетные звукометрические линейки (по числу баз) и согласно длинам баз l и скорости звука C подготовляет их; подготовленные линейки располагает перед собой так, чтобы было удобнее ими пользоваться.

7) Определяет по линейкам или в уме поправки на параллакс, округляя их до тысячных единицы, и со своим знаком заносит в строку $\Delta\tau_P$; знак поправки берет согласно знаку P: $\Delta\tau_{P_{12}} = +2$; $\Delta\tau_{P_{34}} = -7$; $\Delta\tau_{P_{56}} = +5$.

8) Складывает для каждой базы поправки на ветер и параллакс и сумму их со своим знаком записывает в строку $\Delta\tau_P + \Delta\tau_W$: $(\Delta\tau_P + \Delta\tau_W)_{12} = +5$; $(\Delta\tau_P + \Delta\tau_W)_{34} = -2$; $(\Delta\tau_P + \Delta\tau_W)_{56} = +14$.

На этом работа на сводном бланке заканчивается.

Так как поправки на ветер и параллакс перьев не зависят от величины отсчета, а, следовательно, и от угла α, то они остаются постоянными впредь до изменения значений ветра или параллакса перьев, т. е. впредь до получения нового метеобюллетеня и новых значений параллакса перьев; параллакс перьев определяют каждый раз после установки нового пера.

9) Переписывает сумму поправок $\Delta\tau_P + \Delta\tau_W$ для каждой базы в нижнюю часть бланка обработки отсчетов.

Далее по полученным отсчетам, пользуясь бланком обработки отсчетов, вычислитель рассчитывает синусы углов α_0 (α_{0h}) для соответствующих баз.

Предположим, что с трех баз ($M_1 M_2$; $M_3 M_4$; $M_5 M_6$) получено по четыре отсчета.

---

[1] Относительно определения длины базы l, а также расчета значений X_0, Y_0, $X_Д$ и $Y_Д$ будет сказано в главе VI.

СВОДНЫЙ БЛАНК

$t_v = +22°$ $C = 344$ *м/сек* $W = 5$ *м/сек*

Акустическая база	M_5M_6	M_3M_4	M_1M_2	M_4M_6	M_4M_5	M_3M_5	M_2M_4	M_2M_3	M_1M_3
l	1062	920	1038						
X_0									
Y_0									
$X_Д$									
$Y_Д$									
$Д(W)$	26	26	26						
$Д(ОД)$	2	59	58						
θ	24	27	28						
P	+15	−21	+ 7						
$\Delta\tau_W$	+ 9	+ 5	+ 3						
$\Delta\tau_P$	+ 5	− 7	+ 2						
$\Delta\tau_W + \Delta\tau_P$	+14	− 2	+ 5						

15 июля 1948 г. 10 час. 15 мин. Вычислял: *Володин*

1) Вычислитель записывает отсчеты со своим знаком в соответствующие столбцы, как это указано в бланке. Проставляет в бланке часы и минуты, а также номера звукоприемников, и записывает величины отсчетов для всех баз. Номера звукоприемников означают, что акустическая база составлена, например, первым и вторым звукоприемником, третьим и четвертым и т. д. Часы и минуты вычислитель берет из бланка снимающего отсчеты. Взятые часы и минуты означают время получения записи данной цели, т. е. время действия цели. Величины η получает от чертежника.

2) Суммирует отсчеты по каждой базе в отдельности и получает средние значения их: $\tau_{ср_{12}} = -1219$; $\tau_{ср_{34}} = -131$; $\tau_{ср_{56}} = +673$.

3) По счетным звукометрическим линейкам определяет синусы углов α для каждой базы и заносит их со своим знаком в нижнюю часть бланка обработки. Знак $\sin\alpha$ берет согласно знаку отсчетов: $\sin\alpha_{12} = -404$; $\sin\alpha_{34} = -49$ и $\sin\alpha_{56} = +217$.

4) По таблице поправок на удаление определяет величины $\Delta\tau_\eta$ и также заносит их со своим знаком в нижнюю часть бланка: $\Delta\tau_{\eta_{12}} = -1$; $\Delta\tau_{\eta_{34}} = 0$ и $\Delta\tau_{\eta_{56}} = 0$.

5) Складывает величины $\sin\alpha$, $\Delta\tau_P + \Delta\tau_W$ и $\Delta\tau_\eta$ в каждом столбце в отдельности и для каждой базы получает величину $\sin\alpha_0$: $\sin\alpha_{0_{56}} = +231$; $\sin\alpha_{0_{34}} = -51$ и $\sin\alpha_{0_{12}} = -400$.

БЛАНК № 1

ОБРАБОТКИ ОТСЧЕТОВ ПО ЦЕЛИ № 102

I. Отсчеты с ленты

Часы и минуты	ЗП	Левая база — ЗП 5 и 6	Средняя база — ЗП 3 и 4	Правая база — ЗП 1 и 2
		$\eta = 7$	$\eta = 6$	$\eta = 7$
10.15	1	+670	—128	—1214
10.17	2	+669	—130	—1222
10.18	3	+681	—133	—1222
10.20	4	+672	—133	—1220
	5			
	6			
	7			
	8			
	Σ	+2692	—524	—4876
	$\tau_{ср}$	+ 673	—131	—1219

II. Обработка отсчетов

$\sin\alpha = \frac{\tau_{ср}}{T}$	+217	—49	—404
$\Delta\tau_P + \Delta\tau_W$	+ 14	— 2	+ 5
$\Delta\tau_\eta$	0	0	— 1
$\sin\alpha_0$	+231	—51	—400
$\Delta\tau_h$	+ 1	— 2	— 3
$\sin\alpha_{0h}$	+232	—53	—403

15 июля 1948 г. Вычислял: *Петров*

При сложении все величины берут со своим знаком.

По заполнении бланка передают его чертежнику, который согласно величинам $\sin\alpha_0$ с каждой базы проводит на планшете направления на цель и получает координаты ее.

При работе в горных условиях, определив координаты цели по $\sin\alpha_0$, находят по планшету дальности от центров акустических баз до цели и по карте превышения (понижения) цели над звуковыми постами и определяют согласно этим величинам поправки на превышение цели. Предположим, что цель оказалась ниже первого звукового поста

на 130 *м* и ниже второго на 250, а дальность до цели до первого звукового поста оказалась равной 7 300 *м* и до второго 6 900 *м*.

По номограмме поправок находим, что $\Delta t_{пр} = 4$ и $\Delta t_{лев} = 14$; отсюда поправка в отсчет будет $\Delta\tau'_h = -10$. При $l = 1\,038$ величина T будет порядка 3 секунд, откуда поправка в синус угла будет $\Delta\tau_h = -3$. Подобным же образом находят поправки и для других баз. Предположим, что для средней базы будет $\Delta\tau_h = -2$ и для левой $\Delta\tau_h = +1$. Записывают эти поправки в бланк обработки отсчетов, складывают с величинами $\sin\alpha_0$ и получают величины $\sin\alpha_{0h}$, как это указано в бланке.

Бланки с величинами $\sin\alpha_{0h}$ передают чертежнику, который снова производит построения направлений по величинам $\sin\alpha_{0h}$ и получает в результате более точные координаты цели.

Для расчета поправки на превышение можно пользоваться таким бланком.

БЛАНК

ДЛЯ РАСЧЕТА ПОПРАВКИ НА ПРЕВЫШЕНИЕ (ПОНИЖЕНИЕ) ЦЕЛИ

Акустические базы	$M_5 M_6$	$M_3 M_4$	$M_1 M_2$	$M_4 M_6$	$M_4 M_5$	$M_3 M_5$	$M_2 M_4$	$M_2 M_3$	$M_1 M_3$
$\Delta h_{пр}$	200	170	130						
$h_{пр}$	170	200	500						
$h_{ц}$	370	370	370						
$h_{лев}$	220	130	620						
$\Delta h_{лев}$	150	240	250						
$Д_{пр}$	7500	7200	7300						
$Д_{лев}$	7000	7000	6900						
$\Delta t_{пр}$	9	7	4						
$\Delta t_{лев}$	5	12	14						
$\Delta\tau'_h = \Delta t_{пр} - \Delta t_{лев}$	+4	−5	−10						
T	3	3	3						
$\Delta\tau_h = \frac{\Delta\tau'_h}{T}$	+1	− 2	−3						

15 июля 1948 г. Вычислял: *Сидоров*

ЗАДАЧИ К ГЛАВЕ V[1]

№ задачи	l	P	$Д(ОД)$	$Д(W)$	W	t_v	h_1	h_2	$h_Ц$	$Д_1$	$Д_2$	$Д_{оц}$	Отсчеты
3/13	898	+ 4	12-00	43-00	5	+25	—	—	—	—	—	9000	—371, —365, —380, —374, —376
4/14	1110	—11	10-00	51-00	6	— 3	—	—	—	—	—	6500	—1980, —1978, —1990, —1884, —1996
5/15	1110	—11	10-00	51-00	6	— 3	—	—	—	—	—	7000	+580, +593, +572, +561, +575
6/16	1012	+10	44-00	58-00	8	+15	—	—	—	—	—	7000	—10, —8, —6, —9, —7
7/17	1012	+10	44-00	58-00	8	+15	—	—	—	—	—	6000	—80, —75, —94, —83, —82
8/24	1025	—14	32-00	8-00	6	—14	140	25	265	—	—	7800	—874, —880, —868, —870, —876
9/25	1025	—14	32-00	8-00	6	—14	140	25	292	—	—	7000	+1200, +1196, +1198, +1202, +1201
10/26	998	+16	22-00	45-00	7	+15	80	140	10	—	—	9000	+675, +680, +678, +683, +676
11/27	998	+16	22-00	45-00	7	+15	80	140	280	—	—	8500	—911, —920, —916, —910, —920
12 —	1231	+10	10-00	9-00	3	+17	150	300	500	7500	7750	—	+700, +690, +690, +695
13 —	1105	— 7	6-00	45-00	6	+29	200	700	700	6600	6300	—	—810, —815, —815, —805
14 —	973	— 6	19-00	48-00	5	— 6	170	250	50	8700	9050	—	+1080, +1070, +1075, +1080
15 —	1050	— 7	9-00	34-00	4	— 9	100	410	250	9000	9100	—	+275, +276, +298, +280

[1] В числителе даются порядковые номера задач, помещенных в главе V, в знаменателе — порядковые номера задач из книги Апарина А. А., Методическое пособие по подготовке пункта обработки ВЗР, в которой дан ряд задач по различным вопросам звуковой разведки.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ГЛАВЕ V

1. Из чего слагается обработка лент и отсчетов?
2. Что называется отсчетом и в каких единицах выражается величина отсчета?
3. Как определяется знак отсчета?
4. Как устроена линейка для снятия отсчетов?
5. Как снимаются отсчеты при помощи циркуля и линейки с поперечным масштабом?
6. Как и в каких случаях снимаются отсчеты по записи камертона?
7. Что означают индексы у отсчетов τ?
8. Как снимаются отсчеты при плохих началах записей?
9. Как снимаются отсчеты при наличии мелких зубчиков впереди записи основных колебаний?
10. Что такое параллакс перьев и поправка на параллакс перьев?
11. Как определяется знак поправки на параллакс перьев P?
12. Чему равна поправка на параллакс перьев в $\sin\alpha$ и чем определяется знак поправки?
13. В чем заключается задача обработки отсчетов?
14. Что называется истинным углом α?
15. Какие величины определяются при помощи счетной звукометрической линейки?
16. Какие поправки зависят от угла α и какие не зависят от него?

ОТВЕТЫ К ЗАДАЧАМ ГЛАВЫ V

№ задачи	Ответы	№ задачи	Ответы
1	86, 289, 520	9	+364
2	89, 298, 538	10	+251
3	—145	11	—295
4	—610	12	+199
5	+151	13	—253
6	+ 23	14	+361
7	— 1	15	+ 95
8	—283		

Глава VI

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КООРДИНАТ ЦЕЛЕЙ

§ 1. СПОСОБЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ ЦЕЛЕЙ

Определение координат целей может производиться различными способами: **графическим, смешанным и вычислительным** (аналитическим).

При графическом способе решения задачи построения по определению координат целей ведутся на планшете. При смешанном способе работы часть задач решается путем вычислений и часть графически. При вычислительном способе работы координаты цели определяются только путем вычислений, без применения каких-либо построений.

Основным способом работы звуковой разведки считается **смешанный способ**. Этот способ довольно прост, достаточно точен и требует небольшого количества времени. **Смешанный и вычислительный способы применяются в тех случаях, когда звуковые посты привязаны аналитическим методом на полной топографической основе.**

Графический способ работы не обеспечивает такой точности определения координат целей, как смешанный и аналитический, поэтому его **применяют только в тех случаях, когда звуковые посты привязаны по карте или по звуку.**

Вычислительный способ работы обеспечивает большую точность, чем смешанный, так как при решении задач этим способом исключаются ошибки в графических построениях. Но вместе с этим вычислительный способ требует значительно больше времени, чем смешанный, вследствие чего он не нашел себе широкого применения; его применяют иногда с целью контроля и уточнения засеченных смешанным способом целей или при засечке целей на больших дальностях, когда получаются малые углы засечки и графические способы построения дают большие ошибки.

§ 2. ГРАФИЧЕСКОЕ ПОСТРОЕНИЕ УГЛОВ ПО ИХ СИНУСАМ

При графическом и смешанном способах работы направления на цель (углы α) строятся непосредственно по синусам углов α.

Этот способ удобен тем, что при получении величин синусов углов α не требуется переводить их в величины углов α.

Задача может быть решена по формуле $\sin\alpha = \frac{C\tau}{l}$, по формуле $\sin\alpha = \frac{\tau}{T}$ или же по формуле $\sin\alpha = \frac{\frac{\tau}{T}}{1}$.

Решение задачи по формуле $\sin\alpha = \frac{C\tau}{l}$

По данным координатам звуковых постов наносят положение точек их стояния на планшет и строят директрисы акустических баз. Берут в масштабе планшета длину радиуса, равного половине длины акустической базы, и этим радиусом с центром на директрисе строят окружность так, чтобы она касалась базы в точке O. (рис. 87). Получив

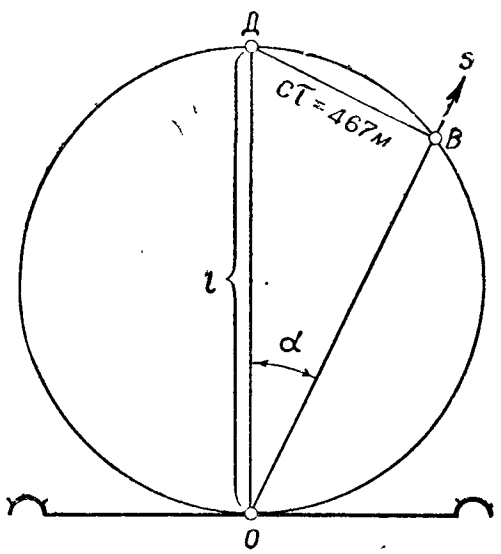


Рис. 87. Определение направления по $C\tau$

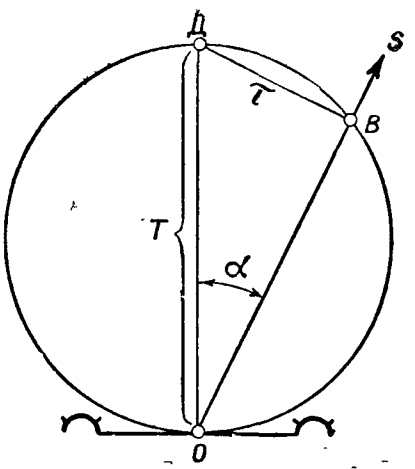


Рис. 88. Определение направления по τ

величину τ (τ_0), берут отрезок, равный произведению $C\tau$, и в том же масштабе откладывают его как хорду от точки $Д$ вправо или влево согласно знаку τ. Точку O соединяют с полученной точкой B (с концом хорды) и получают искомое направление OB.

Действительно, из геометрии известно, что все углы, опирающиеся на диаметр, являются прямыми углами, поэтому треугольник $OBД$ прямоугольный. Угол при точке B

прямой. Диаметр $ОД = l$ — гипотенуза, а хорда $ДВ = C\tau$ — катет. Отношение $ДВ$ к $ОД$ и будет синусом угла α, т. е.

$$\sin\alpha = \frac{ДВ}{ОД} = \frac{C\tau}{l}.$$

Например, возьмем $C = 333{,}3$ *м/сек*, $\tau = +1{,}4$ секунды, $l = 1000$ *м*; масштаб планшета 1:25000. Строим окружность, радиус которой равен 20 *мм*. Произведение $C\tau$ будет равно $333{,}3 \cdot 1{,}4 = 467$ *м*. Берем отрезок, равный 18,7 *мм*, что в масштабе планшета составляет 467 *м*, и откладываем его вправо как хорду от точки *Д* (рис. 87). Полученную точку *В* соединяем с точкой *О*; направление *ОВ* будет направлением на цель, так как угол при точке *О* будет углом α, синус которого равен $\frac{18{,}7}{40} = 0{,}467$.

При работе по этому способу надо каждый раз отсчет τ умножать на скорость звука *С*, что несколько затрудняет процесс определения координат цели. Кроме того, при работе на планшете масштаба 1:25000 и при $l = 1$ *км* диаметр окружности получается равным 4 *см*. При таком диаметре окружность получается небольшая и необходимая точность не обеспечивается. Для увеличения точности надо диаметр увеличить раз в пять, а вместе с этим надо увеличить во столько же раз и произведение $C\tau$; это также является недостатком указанного способа.

Решение задачи по формуле $\sin\alpha = \frac{\tau}{T}$

В данном случае задача решается, как и по формуле $\sin\alpha = \frac{C\tau}{l}$, но только диаметр построительной окружности берут равным величине базы во времени T в соответствующем масштабе. Например, зададимся таким масштабом, при котором 1 секунде будет соответствовать 100 *мм*. При $T = 3$ секунды получим 300 *мм*. Строим окружность с центром на директрисе, радиус которой равен 150 *мм* и по получении τ (τ_0) в том же масштабе откладываем от точки *Д* хорду, соответственно равную τ (рис. 88). Например, получив $\tau = 1{,}2$ секунды, берем хорду, равную $100 \cdot 1{,}2 = 120$ *мм*. Отношение хорды *ДВ* к диаметру *ОД* будет синусом угла α. Действительно, $\sin\alpha = \frac{ДВ}{ОД} = \frac{\tau}{T} = \frac{120}{300} = 0{,}4$.

При решении задачи по формуле $\sin\alpha = \frac{\tau}{T}$, как видно из приведенного выше примера, производить деление τ на T не требуется. Это является положительной стороной

этого способа; недостатком же его является то, что величина T зависит от скорости звука C. С изменением температуры меняется скорость звука, следовательно, приходится менять построительную окружность или вводить поправку на температуру.

Решение задачи по формуле $\sin\alpha = \frac{\frac{\tau}{T}}{1}$

Наиболее удобным оказалось на практике проводить построительную окружность постоянным радиусом, не зависящим от длины акустической базы l и от скорости звука C. Радиус построительной окружности берут равным половине единицы или диаметр, равный единице. В этом случае задачу решают по формуле $\sin\alpha = \frac{\frac{\tau}{T}}{1}$.

При таком решении задачи для построения направлений на цель откладывают от точки $Д$ хорду, соответственно равную величине $\sin\alpha$.

Преимущество этого способа перед ранее указанными способами заключается в том, что диаметр построительной окружности для всех баз берется постоянным и независящим от скорости звука C. Недостатком же этого способа является то, что для определения $\sin\alpha$ надо каждый раз делить τ на T. Но так как деление τ на T производится с помощью счетной звукометрической линейки, то это особых затруднений не вызывает.

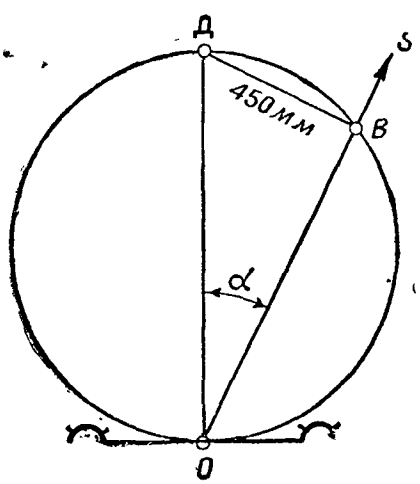


Рис. 89. Определение направления по $\sin\alpha$

Для решения задачи в этом случае задаются каким-либо определенным масштабом, полагая, например, что единице соответствует 1 000, 500 или 200 *мм*. Если взять диаметр окружности $ОД = 1\,000$ *мм*, тогда каждой тысячной синуса будет соответствовать 1 *мм*. При какой-либо величине τ, например, при $\tau = +1{,}350$ и $T = 3$ секунды, получаем $\sin\alpha = 0{,}450$, значит надо взять хорду, равную 450 *мм* (рис. 89), и отложить ее согласно знаку τ вправо от точки $Д$. Соединив теперь точку $О$ с точкой $В$, получим направление на источник звука. Действительно,

$$\sin\alpha = \frac{ДВ}{ОД} = \frac{450}{1000} = 0{,}450.$$

То же самое делают и при получении $\sin\alpha_0$ ($\sin\alpha_{0h}$). Например, при $\sin\alpha_0 = \pm 483$ берут хорду, равную 483 *мм*, откладывают ее от точки *Д* вправо или влево согласно знаку τ и получают точку *В*, а затем и направление на цель.

Но на практике оказалось, что работать с такой большой окружностью, диаметр которой равен 1 000 *мм*, неудобно, к тому же требуется планшет и построительные принадлежности (циркуль и линейки) очень больших размеров. Исходя из этого, работу ведут при помощи окружности диаметром в 200 *мм*. Так как 200 в пять раз меньше 1 000, получаемые значения синусов углов α приходится делить в этом случае на 5.

Например, при $\sin\alpha = 0{,}125$ надо брать хорду, равную не 125 *мм*, а только 25 *мм*. Действительно, если $ОД = 200$ *мм* и $\sin\alpha = 0{,}125$, то $ДВ = 200 \sin\alpha = 200 \cdot 0{,}125 = 25$ *мм*. Длину хорды берут с точностью до 0,1 *мм*. Например, при $\sin\alpha = 263$ берут $ОВ = 52{,}6$ *мм*.

Для построения $\sin\alpha$ величину хорды берут циркулем по линейке с поперечным масштабом, помещенной в верхней части обратной стороны пластинки хордоугломера. Чтобы каждый раз не делить полученную величину $\sin\alpha$ на 5, нужно под цифрами линейки с поперечным масштабом 1, 2, 3 и т. д. нанести числа 100, 200, 300 и т. д., другими словами, принять основание масштаба за 100 единиц. При радиусе построительной окружности $R = 100$ *мм* диаметр ее будет равен условным 1 000 единицам.

В этом случае при получении величины $\sin\alpha$ надо брать на указанной линейке отрезок, численно равный величине $\sin\alpha$, выраженной в тысячных, и откладывать его как хорду от точки *Д* построительной окружности. Например (см. рис. 90), при получении $\sin\alpha = 346$ тысячным надо брать по линейке с поперечным масштабом отрезок, равный 346. На рис. 90 этот отрезок отмечен крестиками.

При диаметре построительной окружности, равном 200 *мм*, одной тысячной синуса соответствует 0,2 *мм*. Поэтому точность работы с такой окружностью получается вполне достаточной.

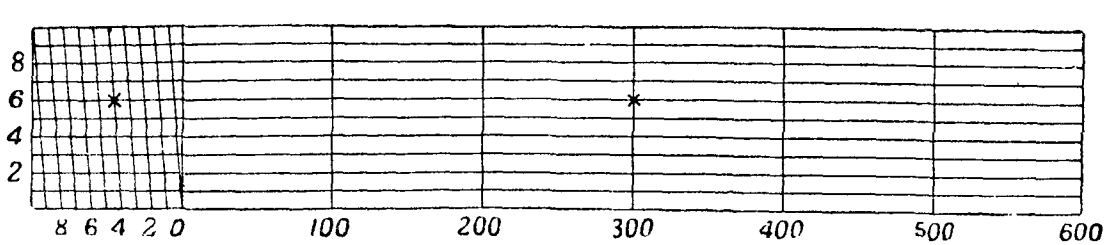


Рис. 90. Линейка с поперечным масштабом, на которой отрезок, равный 346 единицам, отмечен крестиками

Масштаб построительной окружности не зависит от масштаба планшета, поэтому диаметр построительной окружности можно брать любых размеров, и чем он больше, тем больше будет точность работы. Но, как выше было указано, надо считаться с удобством работы, а также с наличием имеющихся приборов[1].

§ 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КООРДИНАТ ЦЕЛЕЙ ГРАФИЧЕСКИМ СПОСОБОМ

Определение координат целей графическим способом производится на планшете. Обычно при засечке артиллерийских орудий берут планшет масштаба 1:25 000 и при засечке минометов 1:12 500.

Работа на планшете складывается из предварительной подготовки самого планшета и из построения направлений на нем для определения координат целей.

Предварительная подготовка самого планшета заключается в следующем:

— наносятся точки стояния звукоприемников[2] на планшет;

— строятся акустические базы и директрисы;

— строятся на директрисах построительные окружности[3].

Предварительная работа на планшете начинается с момента получения координат звукоприемников.

По получении координат звукоприемников чертежник наносит точки стояния их на планшет (рис. 91), соединяет между собой попарно прямой линией точки стояния звукоприемников *1—2*, *3—4* и получает две акустические базы. При наличии шести звукоприемников, например *1*, *2*, *3*, *4*, *5*, *6*, строит три акустические базы между звукоприемниками *1—2*, *3—4* и *5—6* (рис. 93). Но акустические базы в случае надобности, например, при выбытии из строя какого-либо звукоприемника, могут быть образованы вообще двумя любыми звукоприемниками, например, *1—3*, *4—5* и т. д. Для построения директрисы применяют обычный геометрический способ деления отрезка пополам (рис. 91). Берут длину директрисы, немного более 200 *мм*, откладывают на ней от точки *О* (центра акустической базы)

---

[1] Построения можно вести также и при помощи нижней линейки, помещенной на обратной стороне пластинки хордоугломера, приняв основание масштаба этой линейки также за 100 единиц.

[2] Мы пишем — точки стояния звукоприемников, а не звукопостов потому, что на местности привязывается топографически точка стояния звукоприемника.

[3] Километровая сетка на планшет наносится заранее, перед выездом на боевую (разведывательную) работу.

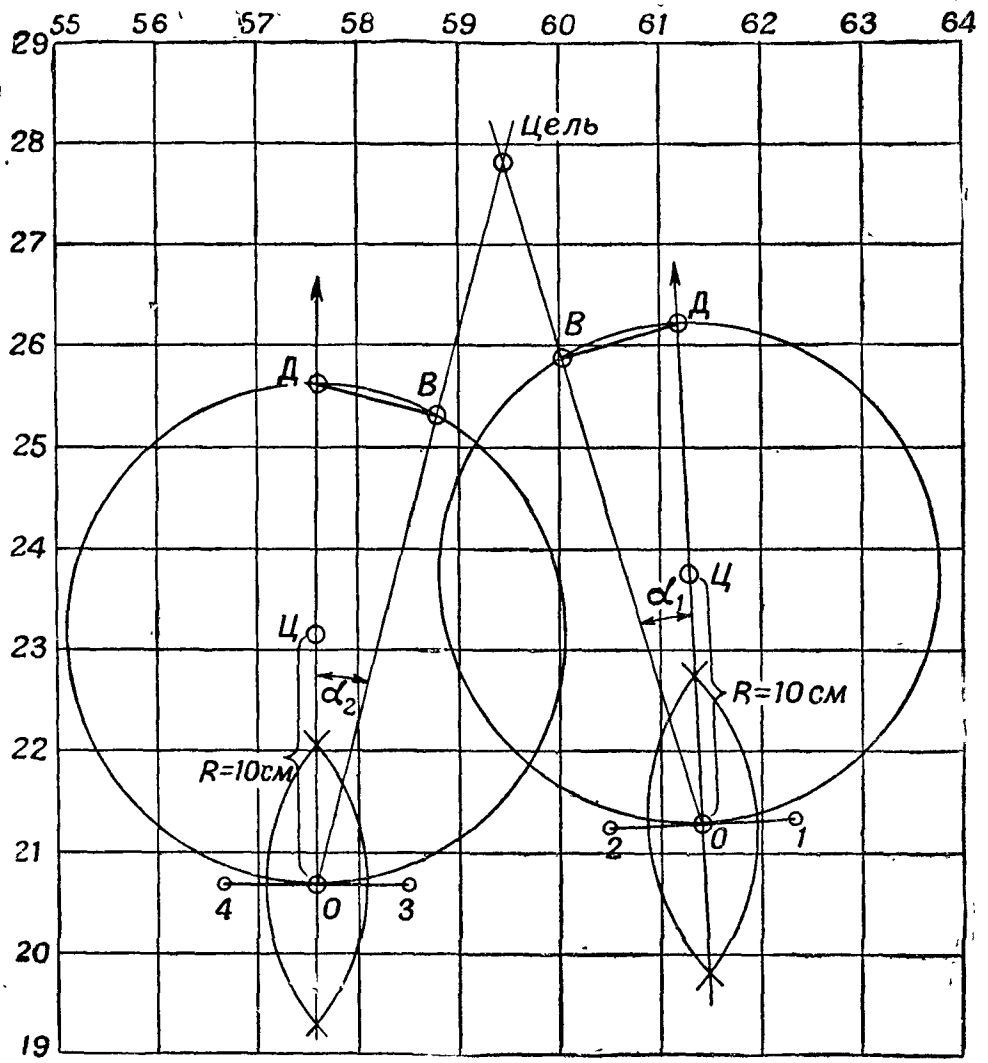


Рис. 91. Определение координат цели графическим способом

100 *мм* (10 *см*), получают точку *Ц* — центр построительной окружности и радиусом, равным 10 *см*, из полученной точки *Ц* строят окружность. Окружность эту принято называть **построительной окружностью.** Можно всю окружность и не строить, а ограничиться только дугами по 40—45° в обе стороны от директрисы, как показано, например, на рис. 93.

Точки пересечения директрис каждой базы с дугами, точки *О* и сами дуги отмечают разными цветными карандашами, чтобы их можно было легко отличить одну от другой. Дуги отмечаются стрелками, точки пересечения директрис с дугами кружочками и точки *О* треугольниками.

С целью исключения грубых ошибок рекомендуется на построительных окружностях (дугах) наносить деления через 10—20 тысячных синуса. На рис. 92 деления нанесены через 20 тысячных синуса. Нанесенные цифры *1, 2, 3* и т. д. показывают 100, 200, 300 и т. д. тысячных синуса. Напри-

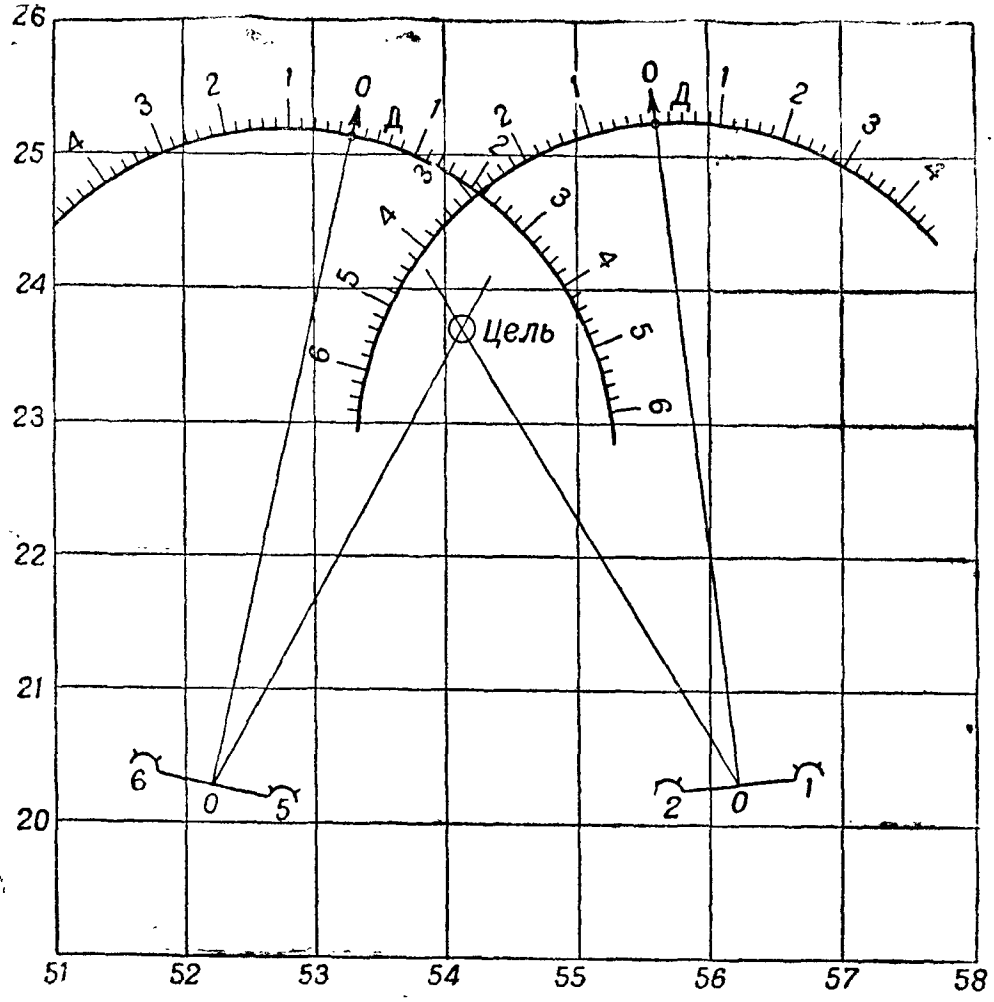


Рис. 92. Построительные дуги с нанесенными делениями

мер, получив $\sin\alpha_{12}=-415$ и $\sin\alpha_{56}=+295$, согласно делениям на окружности можно примерно указать, где будет находиться цель.

На этом подготовка планшета заканчивается.

Длины баз l чертежник снимает непосредственно с планшета при помощи циркуля и масштабной линейки. Длины l берутся с точностью до 5 *м*. Длины баз передаются вычислителям для определения по ним синусов угла α.

По получении от вычислителя $\sin\alpha$ с каждой базы чертежник при помощи циркуля и масштабной линейки берет отрезки и откладывает их от точек $Д$ вправо или влево соответственно знаку синусов; соединяет точки B с точками O и получает в пересечении направлений цель (рис. 91). При наличии трех баз при построении направлений может получиться треугольник погрешности. При работе графическим способом, когда координаты звукоприемников привязаны по карте, треугольник погрешности обычно получается большим. Поэтому в таких случаях засечку целей (разрывов) следует производить по двум

крайним базам. По мере получения точных координат звукоприемников уточняется местоположение их на планшете, и по привязке четырех и более звуковых постов координаты ранее засеченных целей определяются вновь при работе по смешанному способу.

При графическом способе работы, вследствие больших ошибок топографической привязки звуковых постов, получаются большие ошибки в определении координат целей. Вследствие этого построение направлений можно производить непосредственно по $\sin\alpha$ без учета каких-либо поправок. Однако, чтобы не вводить дополнительных ошибок (тем более, что учет поправок на наземный ветер и на параллакс не вызывает каких-либо затруднений), лучше производить засечку целей с учетом поправок на ветер и параллакс перьев. Влияние температуры учитывается путем расчета базы во времени T по скорости звука при данной температуре (путем подготовки счетной линейки по величине скорости звука при данной температуре).

Для расчета угла θ при определении поправки на ветер необходимо знать дирекционное направление директрисы. Его определяют с помощью целлулоидного круга по планшету с точностью до 1-00.

§ 4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КООРДИНАТ ЦЕЛЕЙ СМЕШАННЫМ СПОСОБОМ

Работа при смешанном способе определения координат целей отличается от работы при графическом способе только подготовкой планшета. Директрисы в данном случае строятся не геометрическим способом (путем деления отрезка пополам), а по двум точкам, нанесенным на планшет, координаты которых определяются путем соответствующих вычислений.

Синусы угла α при смешанном способе работы берутся со всеми поправками, т. е. определение направлений производится по истинным синусам углов α (по $\sin\alpha_0$ или $\sin\alpha_{0h}$).

Остальная работа, т. е. построение направлений на планшете по синусам углов α, производится, как и при графическом способе работы.

При смешанном способе работы, так же как и при графическом, все действия подразделяются на **подготовительные и рабочие**. К подготовительным действиям относится расчет координат точек на директрисе и предварительная подготовка планшета, а к рабочим — построение направлений и определение координат цели.

Директрисы в звуковой разведке являются своего рода ориентирными направлениями, от которых производится построение углов α, т. е. построение направлений на цель. От точности построения директрис зависит точность

построения направлений на цель. Поэтому при точной привязке звуковых постов прилагают все усилия к тому, чтобы директрисы были построены наиболее точно. Геометрический способ построения директрисы не обеспечивает достаточной точности. Необходимая точность достигается только путем построения директрисы по точкам, нанесенным на планшет, координаты которых определяются путем соответствующих расчетов. Порядок построения директрисы следующий. Сначала директриса строится геометрическим способом, а потом уточняется с помощью указанных выше точек. В данном случае геометрическим построением директрисы контролируется расчетная работа по определению координат этих точек. Для построения направления директрисы рассчитываются координаты точки *О* — центра акустической базы и координаты какой-либо другой точки *Д* (рис. 93), достаточно удаленной от точки *О*

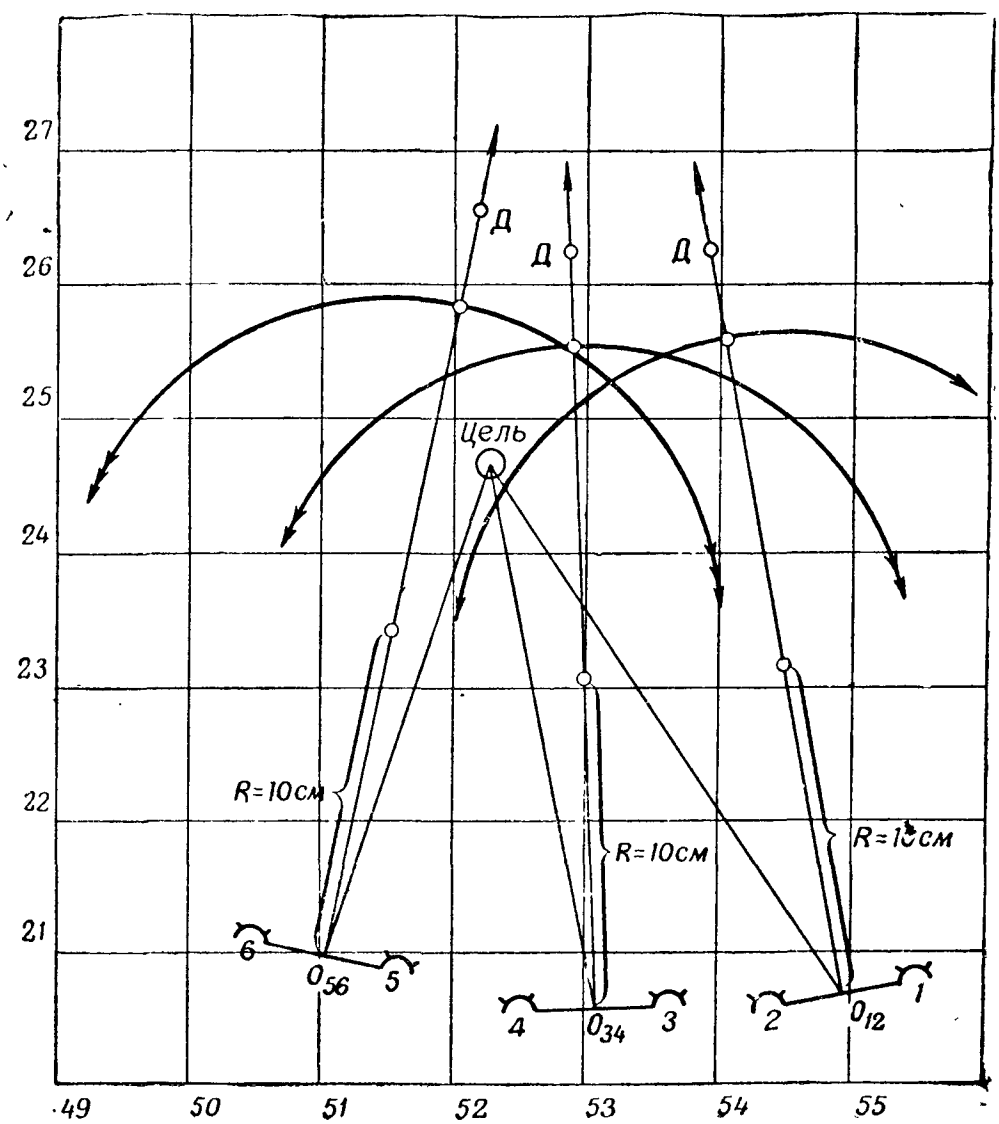


Рис. 93. Определение координат цели при смешанном способе работы

По этим двум точкам, нанесенным на планшет, и строится, или, вернее, уточняется, положение директрисы, построенной геометрическим способом.

Координаты точки O рассчитываются по формуле

$$X_0 = \frac{X_{лев} + X_{пр}}{2}; \qquad Y_0 = \frac{Y_{лев} + Y_{пр}}{2}, \tag{1}$$

где X_0 и Y_0 — координаты точки O, а $X_{лев}$, $X_{пр}$ и $Y_{лев}$, $Y_{пр}$ — координаты левого и правого звукоприемника данной базы. Координаты точки $Д$ рассчитываются по формуле

$$\left.\begin{aligned} X_Д &= X_0 - m\,(Y_{лев} - Y_{пр}); \\ Y_Д &= Y_0 + m\,(X_{лев} - X_{пр}), \end{aligned}\right\} \tag{2}$$

где $X_Д$ и $Y_Д$ — координаты точки $Д$, лежащей на директрисе,

m — целое положительное число, показывающее, на сколько акустических баз удалена искомая точка $Д$ от точки O, т. е.

$$m = \frac{OД}{l}, \tag{3}$$

где $OД$ — расстояние по директрисе от точки O до точки $Д$.

В зависимости от размеров планшета и расположения на нем звуковых постов, m берут равным 5 или 10. Величины 5 или 10 берут потому, что они удобны для расчета координат точки $Д$. При наличии соответствующего планшета величину m выгоднее брать равной 10, так как чем дальше точка $Д$ будет лежать от точки O, тем точнее будет построена директриса.

Для вывода формулы (2) воспользуемся рис. 94.

Пусть мы имеем два звукоприемника — M_1 и M_2 (рис. 94). Возьмем прямоугольную систему коор-

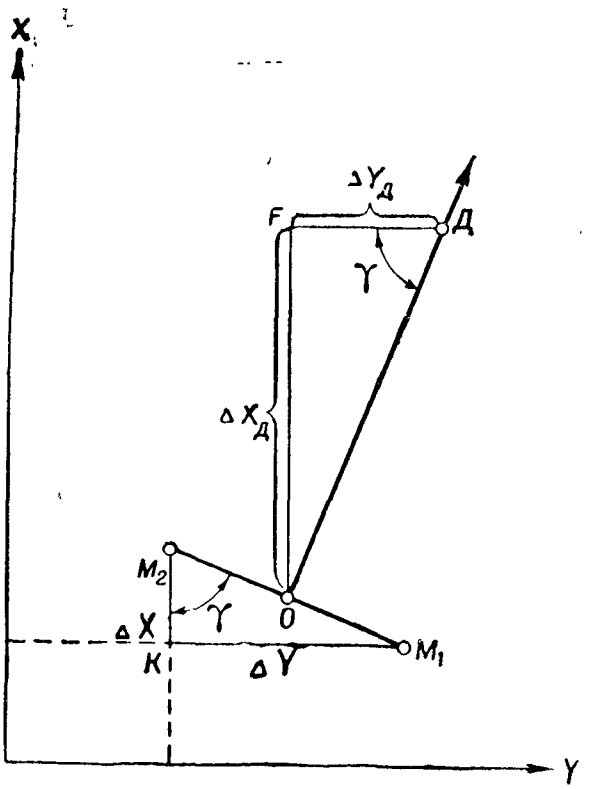


Рис. 94. Схема определения координат точек на директрисе O и $Д$

динат Гаусса-Крюгера. Через точку M_1 проведем линию, параллельную оси Y, а через точку M_2 — линию, параллельную оси X. В пересечении их получим точку K. Соединив точки M_1 и M_2 между собой, получим акустическую базу, длину которой обозначим через l. В результате получим прямоугольный треугольник M_1KM_2. Построим теперь направление директрисы и отложим на этом направлении отрезок $ОД$. В прямоугольном треугольнике M_1KM_2 угол при точке M_2 обозначим через γ. Затем обозначим координаты точки O через X_0 и Y_0, координаты правого звукоприемника базы M_1 через $X_{пр}$ и $Y_{пр}$, а координаты левого звукоприемника M_2 — через $X_{лев}$ и $Y_{лев}$.

Проведем теперь через точку O линию, параллельную оси X, а через точку $Д$ — линию, параллельную оси Y. Получим другой прямоугольный треугольник $OFД$. В этом треугольнике угол при точке $Д$ и угол γ равны как углы с взаимно перпендикулярными сторонами, поэтому угол при точке $Д$ также обозначим через γ.

В прямоугольном треугольнике $OFД$ отрезки OF и $FД$ будут приращениями $\Delta X_Д$ и $\Delta Y_Д$ к координатам точки O.

Прямоугольные треугольники M_1KM_2 и $OFД$ подобны, следовательно,

$$\frac{\Delta X_Д}{Y_{пр} - Y_{лев}} = \frac{\Delta Y_Д}{X_{лев} - X_{пр}} = \frac{ОД}{l}, \tag{4}$$

откуда

$$\left.\begin{aligned} \Delta X_Д &= \frac{ОД}{l}(Y_{пр} - Y_{лев}) \\ \text{и} \qquad \Delta Y_Д &= \frac{ОД}{l}(X_{лев} - X_{пр}). \end{aligned}\right\} \tag{5}$$

Положив $\frac{ОД}{l} = m$ и вынося за скобку знак минус в правой части верхнего уравнения (5), окончательно получим, что

$$\left.\begin{aligned} \Delta X_Д &= -m(Y_{лев} - Y_{пр}), \\ \text{и} \qquad \Delta Y_Д &= m(X_{лев} - X_{пр}). \end{aligned}\right\} \tag{6}$$

Таким образом, координаты точки $Д$ будут:

$$\left.\begin{aligned} X_Д &= X_0 - m(Y_{лев} - Y_{пр}) \\ \text{и} \qquad Y_Д &= Y_0 + m(X_{лев} - X_{пр}). \end{aligned}\right\} \tag{7}$$

Пример. Дано: $X_{пр} = 20810$; $Y_{пр} = 55460$;

$$X_{лев} = 20616; \quad Y_{лев} = 54440.$$

Требуется определить $X_Д$ и $Y_Д$.

Решение. Определяем $X_{лев} - X_{пр}$ и $Y_{лев} - Y_{пр}$:
$X_{лев} - X_{пр} = 20616 - 20810 = -194$ и $Y_{лев} - Y_{пр} = 54440 - 55460 = -1020$.

Определяем X_0 и Y_0:

$$X_0 = \frac{20616 + 20810}{2} = 20713; \quad Y_0 = \frac{54440 + 55460}{2} = 54950.$$

Возьмем $m = 5$, и тогда

$$X_Д = X_0 - m(Y_{лев} - Y_{пр}) = 20713 - 5(-1020) = 20713 + 5100 = 25813;$$

$$Y_Д = Y_0 + m(X_{лев} - X_{пр}) = 54950 + 5(-194) = 54950 - 970 = 53980.$$

Согласно координатам X_0, Y_0 и $X_Д$ и $Y_Д$ наносят точки O и $Д$ на планшет и по ним проверяют построенную геометрически директрису. Если точка $Д$ ляжет на директрисе, построенной геометрически, или в 1 —2 *мм* от нее, соединяют построенную точку $Д$ с точкой O; это и будет истинной директрисой. Директрису, построенную геометрически, стирают.

При большем отклонении точки $Д$ от директрисы, построенной геометрически, рассчитывают для проверки координаты третьей точки $Д'$ при другом значении m (например, при $m = 3$). Наносят третью точку на планшет. Если все три точки не будут лежать на одной прямой, нужно проверить, правильно ли сделан расчет координат всех точек. При правильном расчете координат все три точки (O, $Д$, $Д'$) должны лежать на одной прямой, т. е на директрисе. Кроме того, точки $Д$ и $Д'$ должны лежать на удалении m баз от точки O.

Так, например, при $m = 5$ точка $Д$ должна лежать на удалении $5l$.

Подобным же образом строят директрисы и для других баз.

Расчет длины акустической базы

При смешанном способе определения координат цели длину акустической базы l определяют, как правило, путем вычислений.

Длина базы l определяется как гипотенуза прямоугольного треугольника M_1KM_2 (рис. 94) по сумме квадратов катетов, т. е. по формуле

$$l = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2}, \qquad (8)$$

где $\Delta X = X_{лев} - X_{пр}$ и $\Delta Y = Y_{лев} - Y_{пр}$.

Для решения задачи по формуле (8) пользуются таблицей квадратов.

Таблица квадратов дана в приложении 5. Таблица составлена для чисел от 0 до 4045. Числа от 0 до 1500 даны через 2 единицы и от 1500 до 4045 через 5 единиц.

В таблице в левых вертикальных столбцах идут числа от 0 до 1 500 через 20 единиц и далее от 1 500 через 50 единиц. В верхней горизонтальной строке числа идут через 2 единицы от 0 до 18 и, начиная от 1 500, в горизонтальной строке идут через 5 единиц от 0 до 45. Для сокращения таблицы, но не в ущерб ее практической точности, квадраты чисел до 1 500 округлены до 100 и последние два нуля отброшены, а квадраты чисел от 1 500 и до 4 045 округлены до 1 000 и отброшены последние три нуля. Например, вместо $256^2 = 65\,536$ взято 655, вместо $1\,530^2 = 2\,340\,900$ взято 2 341 и т. д.

Покажем на примере, как следует пользоваться таблицей квадратов. Даны координаты звукоприемников:

$$X_{пр} = 20810,\ Y_{пр} = 55460,\ X_{лев} = 20616,\ Y_{лев} = 54440.$$

Решение. $\Delta X = X_{лев} - X_{пр} = -194$; $\Delta Y = Y_{лев} - Y_{пр} = -1020$.

Для определения величины ΔX^2 находим в левом столбце таблицы число 180, в верхней строке берем столбец с числом 14 и получаем квадрат числа 194, равный 376. Квадрат числа 1 020 равен 10 404.

Сумма квадратов $\Delta X^2 + \Delta Y^2 = 376 + 10404 = 10780$. Находим теперь в таблице ближайшее к числу 10780 число 10774. Идем влево по горизонтальной строке и в левом столбце берем число 1 020, а сверху берем 18. В результате получим $l = 1\,038$.

Решение с помощью логарифмических таблиц дает нам число 1038,4, т. е. при определении длины базы l по таблице делаем ошибку только на 0,4 *м*.

При получении нечетных значений ΔX и ΔY в пределах от 0 до 1 500 *м* или отличающихся на два при значениях ΔX и ΔY, превышающих 1500, для большей точности определения длины l надо квадраты этих значений интерполировать на середину. Например, при получении $\Delta X = 1051$ *м* надо брать $\Delta X^2 = 11046$, а при получении $\Delta X = 2\,342$ *м* надо брать $\Delta X^2 = 5\,488$ и т. д.

Вычисление координат точек *О* и *Д* и определение длин акустических баз лучше производить по бланку, который называется **бланком расчета элементов акустических баз.** Бланки эти могут быть заготовлены для расчета элементов одной базы или ряда баз. Подобного рода бланк с решением примера на вычисление координат точек *О* и *Д* и длины l

БЛАНК РАСЧЕТА ЭЛЕМЕНТОВ АКУСТИЧЕСКИХ БАЗ

	Акустические базы	M_5M_6	M_3M_4	M_1M_2	M_4M_6	M_4M_5	M_3M_5	M_2M_4	M_2M_3	M_1M_3
4	$X_{лев} - X_{пр} = \Delta X$			—194						
3	$X_{пр}$			20810						
2	$X_{лев}$			20616						
5	$X_{лев} + X_{пр}$			41426						
6	$X_0 = \frac{X_{лев} + X_{пр}}{2}$			20713						
14	$m(Y_{лев} - Y_{пр})$			—5100						
15	$X_Д = X_0 - m(Y_{лев} - Y_{пр})$			25813						
13	$Y_{лев} - Y_{пр} = \Delta Y$			—1020						
7	$Y_{пр}$			55460						
8	$Y_{лев}$			54440						
9	$Y_{лев} + Y_{пр}$			109900						
10	$Y_0 = \frac{Y_{лев} + Y_{пр}}{2}$			54950						
11	$m(X_{лев} - X_{пр})$			—970						
12	$Y_Д = Y_0 + m(X_{лев} - X_{пр})$			53980						
16	ΔX^2			376						
17	ΔY^2			10404						
18	$\Delta X^2 + \Delta Y^2$			10780						
19	$l = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2}$			1038						
1	m			5						

$$X_Д = X_0 - m(Y_{лев} - Y_{пр}),\quad Y_Д = Y_0 + m(X_{лев} - X_{пр}).$$

„15" июля 1948 г. Вычислял: *Иванов*

правой базы приведен на стр. 159. По бланку сначала вычисляют данные для трех баз, образованных звукоприемниками *1—2, 3—4* и *5—6*. Затем, при наличии свободного времени, вычисляют элементы для баз, образованных другими звукоприемниками, для того чтобы иметь готовые данные на случай выхода из строя какого-либо звукоприемника.

Если бланк для расчета элементов баз заготовлен для одной базы, то рассчитываемые координаты точек *О* и *Д* и длины акустических баз переписывают в сводный бланк, указанный в главе V. При наличии бланка для расчета элементов ряда баз, приведенного выше, эти данные переносить в сводный бланк не обязательно.

При работе смешанным способом можно наносить на планшет только центры акустических баз. Тем не менее желательно точки стояния звукоприемников наносить на планшет для построения директрисы геометрическим способом с целью контроля над расчетом и нанесением точек *О* и *Д*, а также и для того, чтобы при выбытии из строя какого-либо звукоприемника можно было быстрее перейти на работу на другой базе, образованной с помощью других звукоприемников, если координаты точек *О* и *Д* директрисы этой базы почему-либо не рассчитаны. Например, при выбытии второго звукоприемника образуют базу между первым и третьим звукоприемниками. Сначала директрису такой базы строят геометрически, проверяя ее в дальнейшем по рассчитанным координатам точек *О* и *Д*.

Для расчета поправок на ветер, как и при графическом способе, дирекционные углы определяют по планшету при помощи целлулоидного круга с точностью до 1-00.

При работе смешанным способом координаты целей, как правило, определяют при помощи трех акустических баз, образованных попарно звукоприемниками *1—2, 3—4* и *5—6* (рис. 93).

При засечке целей с трех баз могут получаться треугольники погрешности и при аналитическом методе привязки звуковых постов. Треугольники погрешности в этом случае получаются главным образом за счет неточного учета метеорологических данных и неточно взятых начал записей.

Однако наибольшая сторона треугольника погрешности не должна превышать 4—5 *мм* при работе на планшете масштаба 1 : 25 000. За место положения цели берут центр этого треугольника. Получение треугольника, у которого стороны больше 4—5 *мм*, указывает на грубую ошибку, допущенную при засечке. В этом случае необходимо проверить, правильно ли произведено вычисление координат звуковых постов, построение директрис, расчет

поправок и снятие отсчетов. В тех случаях, когда ошибки обнаружить не удается, считают координаты данной цели приближенными. Если при засечке ряда целей систематически получается большой треугольник погрешности, то следует посмотреть, нет ли ошибки в топографической привязке какого-либо поста. Для обнаружения этого поступают следующим образом. Предположим, у нас возникает сомнение в точности привязки третьего поста. В этом случае спаривают четвертый звуковой пост с пятым и засекают цель с помощью баз: *1—2*, *4—5* и *5—6*. Если опять получится большой треугольник погрешности, пробуют другую комбинацию, например, без четвертого звукоприемника, спаривая звукоприемники второй и третий и засекая цель при помощи баз *1—2*, *2—3* и *5—6*.

Если в этом случае получится нормальный треугольник погрешности, значит была допущена большая ошибка при привязке четвертого звукового поста.

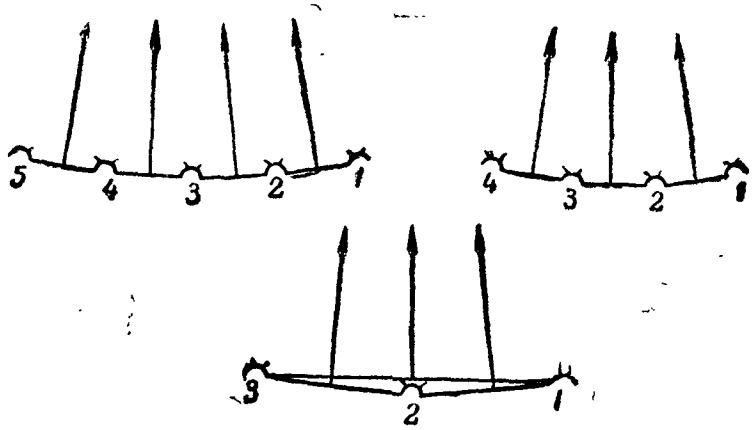


Рис. 95. Схема образования трех акустических баз при различном числе звукоприемников

При числе звукопостов, равном шести, получаем три независимых базы и, следовательно, три независимых направления на цель. В этом случае при получении треугольника погрешности за положение цели принято брать центр этого треугольника.

При выбытии какого-либо звукоприемника из строя или при невозможности по каким-либо причинам развернуть шесть звукопостов возможна работа и при меньшем числе их. Но при меньшем числе звукопостов, например при четырех и при пяти, получаются только две независимые базы (крайние базы) (рис. 95), а следовательно, только два независимых направления. Средняя база при наличии четырех звукопостов и обе средние базы при наличии пяти звукопостов являются зависимыми, так как оба звукоприемника средней базы при наличии четырех звукопостов и крайние звукоприемники средних баз при наличии пяти звукопостов

входят в состав крайних баз. Благодаря этому направления на цель, получаемые при помощи средних (зависимых) баз, очень незначительно уточняют положение цели или совершенно не уточняют этого положения. Поэтому при наличии четырех и пяти звукоприемников для однообразия и не в ущерб практической точности за положение цели надо брать точку пересечения направлений с крайних акустических баз, используя направления со средних баз в качестве контрольных для установления наличия или отсутствия грубых ошибок.

Следовательно, если при работе четырех звукоприемников наибольшая сторона треугольника погрешности получилась менее 5 *мм*, то за положение цели надо принимать точку пересечения направлений с крайних баз.

При наличии пяти звукоприемников для контроля проводят направления как с одной, так и с другой средних баз и в результате получают два треугольника погрешности: один при построении направлений с крайних баз и с базы, образованной звукоприемниками *2* и *3*, и другой при построении направлений с тех же крайних баз и с базы, образованной звукоприемниками *3* и *4*. Если наибольшие стороны в обоих треугольниках получаются менее 5 *мм*, то в этом случае за положение цели также берут точку пересечения направлений с крайних баз. В противном случае производят проверку правильности работы, как при работе с помощью шести звукоприемников. И если, например, имеется ошибка в привязке третьего звукопоста, то направление с базы, образованной звукоприемниками *2* и *3*, пройдет по одну сторону от точки пересечения направлений с крайних баз, а направление с базы, образованной звукоприемниками *3* и *4*, пройдет по другую сторону от этой точки. Если, например, направления с баз, образованных звукоприемниками *1—2*, *2—3* и *3—4*, пересекаются в одной точке или образуют небольшой треугольник погрешности, а направление с четвертой базы отходит далеко в сторону, то это показывает на ошибку привязки пятого звукоприемника.

При работе трех звукоприемников за положение цели также берут точку пересечения направлений с крайних баз. В этом случае за контрольное направление можно было бы взять направление с базы, образованной крайними звукоприемниками, как это указано на рис. 95. Но углы засечки, получаемые в результате построения направлений со средней базы и с одной из крайних баз, очень малы, поэтому точки пересечения этих направлений являются недостаточно точными. Вследствие этого координаты целей при работе с помощью трех звукопостов получаются недостаточно надежными. Кроме того, при выбытии из строя

одного звукопоста засечка целей становится невозможной. При нормальном способе развертывания, т. е. в тех случаях, когда применяется смешанный способ определения координат целей, вести работу с помощью трех звукоприемников вообще не рекомендуется.

В заключение указанием, что при достаточной тренировке чертежников ошибка в графической работе при смешанном способе не должна превышать 10—15 *м* по сравнению с вычислительным способом работы, т. е. если, например, при вычислительном способе получены координаты с ошибкой, равной нулю, то при смешанном способе работы ошибки должны быть не более 10—15 *м*. Но чтобы достичь такой точности, необходимо с большой тщательностью производить подготовку планшета, т. е. разграфку его и построение директрис и дуг. Построение директрис, дуг, направлений и точек надо производить хорошим инструментом, твердым и очень хорошо отточенным карандашом.

§ 5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КООРДИНАТ ЦЕЛЕЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫМ (АНАЛИТИЧЕСКИМ) СПОСОБОМ

Вычислительный способ определения координат целей сводится к решению косоугольного треугольника. Треугольник может быть решен, если даны, например, одна сторона и два угла треугольника. При решении задачи нам могут быть известны сторона O_{12} O_{56} (длина геометрической базы) и углы φ_{12} и φ_{56} (рис. 96) треугольника $O_{12}ЦO_{56}$. Сторона $O_{12}O_{56}$ является основанием треугольника $O_{12}ЦO_{56}$ и в то же время геометрической базой, длину которой L и дирекционный угол направления $Д(O_{12}O_{56})$ нетрудно определить, зная координаты точек O_{12} и O_{56}.

Угол φ_{12} для правой акустической базы равен алгебраической сумме:

$$\varphi_{12} = \psi_{12} + \alpha_{12}\,^{1}. \qquad (9)$$

Например, при

$$\psi_{12} = 13\text{-}00 \text{ и } \alpha = -3\text{-}00$$

$$\varphi_{12} = 13\text{-}00 + (-3\text{-}00) = 10\text{-}00.$$

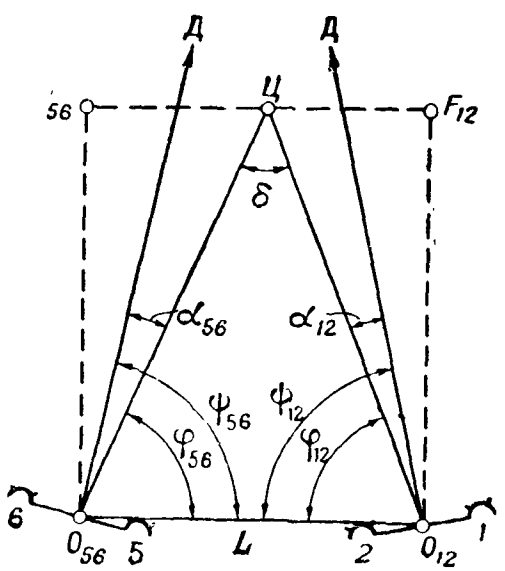


Рис. 96. Схема определения координат цели вычислительным способом

[1] Задачу следует решать по истинным углам α, т. е. по α_0, но здесь для упрощения индекс 0 у α опускаем.

Угол φ_{56} для левой акустической базы равен алгебраической разности:

$$\varphi_{56} = \psi_{56} - \alpha_{56}. \tag{10}$$

Например, при

$$\psi_{56} = 14\text{-}00 \text{ и } \alpha_{56} = +2\text{-}00$$

$$\varphi_{56} = 14\text{-}00 - (+2\text{-}00) = 12\text{-}00.$$

Угол ψ_{12}, т. е. угол между направлениями директрисы правой акустической базы и геометрической базы, равен разности дирекционных углов этих направлений

$$\psi_{12} = Д(ОД)_{12} - Д(O_{12}O_{56}). \tag{11}$$

Соответственно этому для левой акустической базы угол ψ_{56} будет равен:

$$\left.\begin{aligned} &\psi_{56} = Д(O_{56}O_{12}) - Д(ОД)_{56} \\ \text{или}\quad &\psi_{56} = Д(O_{12}O_{56}) \pm 30\text{-}00 - Д(ОД)_{56}. \end{aligned}\right\} \tag{12}$$

Например, если $Д(ОД)_{12} = 59\text{-}00$, $Д(ОД)_{56} = 2\text{-}00$ и $Д(O_{12}O_{56}) = 46\text{-}00$, то $\psi_{12} = 59\text{-}00 - 46\text{-}00 = 13\text{-}00$ и $\psi_{56} = 46\text{-}00 - 30\text{-}00 - 2\text{-}00 = 14\text{-}00$.

Углы α определяются по таблицам логарифмов или по таблицам, данным в приложении 7, согласно величинам $\sin\alpha$. Зная в треугольнике $O_{12}ЦO_{56}$ сторону $O_{12}O_{56}$ и два угла φ_{12} и φ_{56}, нетрудно определить и остальные элементы треугольника: угол δ и стороны $O_{12}Ц$ или $O_{56}Ц$. Угол δ будет равен:

$$\delta = 30\text{-}00 - (\varphi_{12} + \varphi_{56}). \tag{13}$$

Стороны $O_{12}Ц$ и $O_{56}Ц$ согласно формуле синусов будут равны:

$$\left.\begin{aligned} &O_{12}Ц = \frac{L}{\sin\delta}\sin\varphi_{56} \\ \text{и}\quad &O_{56}Ц = \frac{L}{\sin\delta}\sin\varphi_{12}. \end{aligned}\right\} \tag{14}$$

Теперь, когда все элементы треугольника $O_{12}ЦO_{56}$ нам известны, нетрудно определить искомые координаты точки $Ц$ (цели). Действительно, дирекционный угол $O_{12}Ц$ равен алгебраической сумме дирекционного угла директрисы $Д(ОД)_{12}$ и угла α:

$$Д(O_{12}Ц) = Д(ОД)_{12} + \alpha_{12} \tag{15}$$

и дирекционный угол направления $O_{56}Ц$ будет равен:

$$Д(O_{56}Ц) = Д(ОД)_{56} + \alpha_{56}. \qquad (16)$$

Зная дирекционный угол, например $O_{12}Ц$, нетрудно определить и румб этого направления, т. е. угол $F_{12}O_{12}Ц$ (рис. 96). Таким образом, в треугольнике $F_{12}O_{12}Ц$ будут известны гипотенуза $O_{12}Ц$ и угол $F_{12}O_{12}Ц$; тогда величины катетов $O_{12}F_{12}$ и $F_{12}Ц$ определятся по формуле

$$\left.\begin{aligned} O_{12}F_{12} &= O_{12}Ц\cos(O_{12}Ц);\\ F_{12}Ц &= O_{12}Ц\sin(O_{12}Ц). \end{aligned}\right\} \qquad (17)$$

Катеты $O_{12}F_{12}$ и $F_{12}Ц$ являются приращением координат ΔX_{12} и ΔY_{12} к координатам точки O_{12}, поэтому, зная координаты точки O_{12}, найдем и координаты точки $Ц$, т. е. координаты цели:

$$\left.\begin{aligned} X_{Ц} &= X_{O_{12}} + \Delta X_{12};\\ Y_{Ц} &= Y_{O_{12}} + \Delta Y_{12}. \end{aligned}\right\} \qquad (18)$$

Для проверки решения задачи координаты точки $Ц$ можно определить путем решения другого прямоугольного треугольника $O_{56}F_{56}Ц$ (рис. 96).

Приведем пример на определение координат целей данным способом. Возьмем координаты звукоприемников:

$$\begin{aligned} X_1 &= 20810; & Y_1 &= 55460;\\ X_2 &= 20615; & Y_2 &= 54440;\\ X_5 &= 20890; & Y_5 &= 51525;\\ X_6 &= 21105; & Y_6 &= 50485. \end{aligned}$$

1. Определим ΔX и ΔY:

$$\Delta X_{12} = X_2 - X_1 = -195; \quad \Delta Y_{12} = Y_2 - Y_1 = -1020.$$

Знаки у величин ΔX и ΔY служат для определения направления линий по четвертям.

2. Определим $\operatorname{tg}(M_1M_2)$:

$$\operatorname{tg}(M_1M_2) = \frac{-1020}{-195},$$

откуда

$$(M_1M_2) = 79°11'.$$

3. Определим дирекционный угол M_1M_2. ΔX и ΔY имеют знаки минус, следовательно, направление M_1M_2 лежит в третьей четверти, поэтому дирекционный угол M_1M_2 будет равен:

$$Д(M_1M_2) = 180 + 79°11' = 259°11'.$$

4. Определим дирекционный угол направления директрисы $Д(ОД)_{12}$.

$$Д(ОД)_{12} = Д(M_1M_2) + 90° = 349°11'.$$

5. Подобно этому дирекционный угол директрисы другой акустической базы будет равен $Д(ОД)_{56} = 11°41'$.

6. Определим координаты центров акустических баз:

$$X_{O_{12}} = \frac{X_1 + X_2}{2} = 20712; \qquad Y_{O_{12}} = \frac{Y_1 + Y_2}{2} = 54950;$$

$$X_{O_{56}} = \frac{X_5 + X_6}{2} = 20997; \qquad Y_{O_{56}} = \frac{Y_5 + Y_6}{2} = 51005.$$

7. Определим дирекционный угол геометрической базы $Д(O_{12}O_{56})$, для чего:

а) определим разность координат:

$$X_{O_{56}} - X_{O_{12}} = 285; \quad Y_{O_{56}} - Y_{O_{12}} = -3945;$$

б) определим $\operatorname{tg}(O_{12}O_{56})$:

$$\operatorname{tg}(O_{12}O_{56}) = \frac{Y_{O_{56}} - Y_{O_{12}}}{X_{O_{56}} - X_{O_{12}}} = \frac{-3945}{285},$$

откуда

$$(O_{12}O_{56}) = 85°52';$$

в) определим дирекционный угол $O_{12}O_{56}$.

Знаки у приращений показывают, что направление $O_{12}O_{56}$ лежит в четвертой четверти, поэтому

$$Д(O_{12}O_{56}) = 360° - 85°52' = 274°8'.$$

Дирекционные углы определяются согласно следующей таблице:

4-я четверть $Д(ММ) = 360° - (ММ)$ $\Delta X+, \Delta Y-$	1-я четверть $Д(ММ) = (ММ)$ $\Delta X+, \Delta Y+$
3-я четверть $Д(ММ) = 180 + (ММ)$ $\Delta X-, \Delta Y-$	2-я четверть $Д(ММ) = 180 - (ММ)$ $\Delta X-, \Delta Y+$

Номер четверти определяется по знакам ΔX и ΔY. Для определения румбов $(ММ)$ надо в приведенной таблице значения $Д(ММ)$ и $(ММ)$ поменять местами. Например, $Д(ММ) = 274°08'$, надо определить румб $(ММ)$. Направление $ММ$ лежит в четвертой четверти, поэтому

$$(ММ) = 360° - 274°08' = 85°52'.$$

8. Определим длину геометрической базы $O_{12}O_{56}$:

$$L = \frac{Y_{O_{56}} - Y_{O_{12}}}{\sin(O_{12}O_{56})} = \frac{3945}{\sin(85°52')} = 3955$$

или

$$L = \frac{X_{O_{56}} - X_{O_{12}}}{\cos(O_{12}O_{56})} = \frac{285}{\cos(85°52')} = 3955.$$

В дальнейших вычислениях по таблицам логарифмов придется пользоваться не длиной L, а логарифмом этой величины, поэтому остановимся на логарифме L, при этом за истинное значение возьмем логарифм L, определяемый по большей величине разности, т. е. в нашем случае по $Y_{O_{56}} - Y_{O_{12}}$.

9. Определяем углы ψ_{12} и ψ_{56}:

$$\psi_{12} = Д(ОД)_{12} - Д(O_{12}O_{56}) = 349°11' - 274°08' = 75°03';$$

$$\psi_{56} = Д(O_{12}O_{56}) - 180° - Д(ОД)_{56} =$$

$$= 274°08' - 180° - 11°41' = 82°27'.$$

Величины $\lg L$, ψ_{12} и ψ_{56}, а также координаты центров акустических баз и дирекционные углы директрис $Д(ОД)$ не зависят от величин отсчетов, поэтому расчет этих значений можно производить заблаговременно.

После расчета величин $\sin\alpha$ переходят к дальнейшему решению задачи. Предположим, что получили $\sin\alpha_{12} = -399$ и $\sin\alpha_{56} = -203$.

1. По таблицам натуральных тригонометрических величин (по таблицам логарифмов) или по таблице, данной в приложении 7, находим, что $\alpha_{12} = -23°31'$ и $\alpha_{56} = -11°43'$. Минусы у значений углов α ставим потому, что синусы этих углов имели знак минус.

2. Определим углы φ_{12} и φ_{56}:

$$\varphi_{12} = \psi_{12} + \alpha_{12} = 75°03' + (-23°31') = 51°32';$$

$$\varphi_{56} = \psi_{56} - \alpha_{56} = 82°27' - (-11°43') = 94°10'.$$

3. Угол $\delta = 180° - (\varphi_{12} + \varphi_{56}) = 180° - 145°42' = 34°18'$.

4. $O_{12}Ц = \frac{O_{12}O_{56}}{\sin\delta}\sin\varphi_{56} = \frac{3955}{\sin 34°18'}\cos 4°10' = 6999.$

5. $Д(O_{12}Ц) = Д(ОД)_{12} + \alpha_{12} = 349°11' + (-23°31') = 325°40'.$

6. $(O_{12}Ц) = 360° - 325°40' = 34°20'.$

7. $\Delta X_{12} = O_{12}Ц\cos(O_{12}Ц);\quad \Delta X_{12} = 6999\cos 34°20' = 5779.$

Так как $Д(O_{12}Ц) = 325°40'$, то ΔX_{12} надо брать с плюсом, поэтому $X_{Ц_{12}} = X_{O_{12}} + \Delta X_{12} = 20712 + 5779 = 26491$.

8. $\Delta Y_{12} = O_{12}Ц \sin (O_{12}Ц) = 6999 \sin 34°20' = 3948.$

Так как $Д(O_{12}Ц) = 325°40'$, то ΔY_{12} надо брать с минусом и поэтому $Y_{Ц_{12}} = Y_{O_{12}} + \Delta Y_{12} = 54950 - 3948 = 51002.$

Индексы у $X_Ц$ и $Y_Ц$ означают, что координаты цели определены по стороне $O_{12}Ц$.

9. Проверим наши расчеты по стороне $O_{56}Ц$:

$$Д(O_{56}Ц) = Д(ОД)_{56} + \alpha_{56} = 359°58'; \ (O_{56}Ц) = 0°2';$$

$$O_{56}Ц = \frac{3955}{\sin 34°18'} \sin 51°32' = 5494;$$

$$\Delta X_{56} = O_{56}Ц \cos (O_{56}Ц) = 5494;$$

$$\Delta Y_{56} = O_{56}Ц \sin (O_{56}Ц) = 3.$$

Так как $Д(O_{56}Ц) = 359°58'$, то величину ΔX_{56} берем с плюсом, а ΔY_{56} с минусом и получаем:

$$X_{Ц_{56}} = X_{O_{56}} + \Delta X_{56} = 20997 + 5494 = 26491$$

и

$$Y_{Ц_{56}} = Y_{O_{56}} + \Delta Y_{56} = 51005 - 3 = 51002.$$

Как видим, $X_{Ц_{56}}$ и $Y_{Ц_{56}}$ получились равными $X_{Ц_{12}}$ и $Y_{Ц_{12}}$.

Решение задачи данным способом выгоднее производить по бланку. Расчет длин акустических баз l, центров акустических баз O, дирекционных углов директрис $Д(ОД)$ и геометрических баз $Д(O_{12}O_{56})$, углов ψ и логарифма величины геометрической базы L производится заблаговременно на подготовительном бланке. Расчет координат цели производится на бланке вычисления координат цели по получении величины α_0. Порядок расчета соответствующих величин указан в самих бланках.

Бланк вычисления координат составлен для расчета координат цели только по одной стороне треугольника $O_{12}ЦO_{56}$ (рис. 96), по стороне $O_{12}Ц$ или $O_{56}Ц$. Обычно основной расчет производят по более длинной стороне треугольника, а проверку — по короткой. При расчете по стороне $O_{12}Ц$ из подготовительного бланка переносятся в бланк вычисления координат величины:

$$\psi_{12};\ \psi_{56};\ \lg L;\ Д(ОД)_{12};\ X_{Ц_{12}} \text{ и } Y_{Ц_{12}}.$$

При этом надо брать логарифм синуса угла φ с левой акустической базы, т. е. надо брать $\lg \sin \varphi_{56}$. При расчете по стороне $O_{56}Ц$ в бланк вычисления координат переносятся из подготовительного бланка те же величины (φ_{12}; ψ_{56}; $\lg L$), но дирекционный угол директрисы $Д(ОД)$ и координаты центра акустической базы берут для левой базы,

БЛАНК

ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЙ ДЛЯ РАСЧЕТА КООРДИНАТ ЦЕЛЕЙ

25 декабря 1948 г. 15 час. 10 мин.			Правая база					
Левая база			27	$y_2 - y_1$	−1020	30	$x_2 - x_1$	−195
			4	y_2	54440	3	x_2	20615
			2	y_1	55460	1	x_1	20810
9	$y_6 - y_5$	−1040	28	$y_2 + y_1$	109900	31	$x_2 + x_1$	41425
8	y_6	50485	Геометрическая база			42	l	1038
6	y_5	51525						
10	$y_6 + y_5$	102010	11	$y_{56} = \frac{y_6+y_5}{2}$	51005	41	lg l	3,01640
12	$x_6 - x_5$	+215	29	$y_{12} = \frac{y_2+y_1}{2}$	54950	33	lg(y_2-y_1)	3,00860
7	x_6	21105	45	$y_{56}-y_{12}$	−3945	37	lg sin(MM)	$\bar{1}$,99220
5	x_5	20890	14	$x_{56} = \frac{x_6+x_5}{2}$	20997	34	lg(x_2-x_1)	2,29003
13	$x_6 + x_5$	+41995	32	$x_{12} = \frac{x_2+x_1}{2}$	20712	38	lgcos(MM)	$\bar{1}$,27361
24	l	1062	16	$x_{56} - x_{12}$	+285	39	lg l	3,01642
23	lg l	3,02612	47	lg$(y_{56}-y_{12})$	3,59605	40	l	1038
15	lg $(y_6 - y_5)$	3,01703	51	lg sin$(O_{12}O_{56})$	$\bar{1}$,99887	35	lg tg (MM)	0,71857
19	lg sin (MM)	$\bar{1}$,99091	54	lg $\overline{O_{12}O_{56}}$	3,59718	36	(MM)	79°11′
16	lg $(x_6 - x_5)$	2,33244	53	lg $\overline{O_{12}O_{56}}$	3,59721	43	$Д(MM)$	259°11′
20	lg cos(MM)	$\bar{1}$,30633	48	lg $(x_{56}-x_{12})$	2,45484		+90°	+90°00
21	lg l	3,02611	52	lgcos$(O_{12}O_{56})$	2,85763	44	$Д(ОД)_{12}$	349°11′
22	l	1062	49	lg tg $(O_{12}O_{56})$	1,14121	56	$Д(O_{12}O_{56})$	274°08′
17	lg tg (MM)	0,68459	50	$(O_{12}O_{56})$	85°52′	57	ψ_{12}	75°03′
18	(MM)	78°19′	55	$Д(O_{12}O_{56})$	274°08′	59	$Д(O_{56}O_{12})$	94°08′
25	$Д(MM)$ + 90	281°41′ +90°00′	58	± 180° $Д(O_{56}O_{12})$	−180°00′ 94°08′	26 60	$Д(ОД)_{56}$ ψ_{56}	11°41′ 82°27′

$\psi_{12} = Д(ОД)_{12} - Д(O_{12}O_{56})$

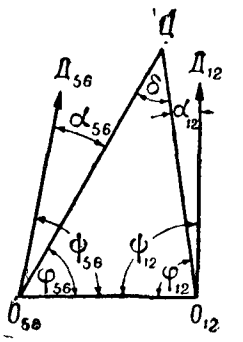
$\psi_{56} = Д(O_{56}O_{12}) - Д(ОД)_{56}$

Вычислял: *Иванов*

БЛАНК

ВЫЧИСЛЕНИЯ КООРДИНАТ ЦЕЛИ № 103

1	ψ_{56}	82°27′	2	ψ_{12}	75°03′	
7	$-\alpha_{56}$	—11°43′	8	$+\alpha_{12}$	—23°31′	
10	φ_{56}	94°10′	9	φ_{12}	51°32′	
	180°	179°60′	23	$\lg \Delta Y$	3,59636	
11	$\varphi_{56}+\varphi_{12}$	145°42′	20	$\lg\sin(O_{12}Ц)$	$\bar{1}$,75134	
12	$\angle\,\delta$	34°18′	17	$\lg O_{12}Ц$	3,84502	
3	$\lg \overline{O_{12}O_{56}}$	3,59718	21	$\lg\cos(O_{12}Ц)$	$\bar{1}$,91683	$\varphi_{12} = \psi_{12} + \alpha_{12}$
13	$\lg \sin \varphi_{56}$	$\bar{1}$,99883	22	$\lg \Delta X$	3,76185	$\varphi_{56} = \psi_{56} - \alpha_{56}$
14	$\lg(\overline{O_{12}O_{56}} \sin \varphi_{56})$	3,59601	6	$Y_{O_{12}}$	54950	$\angle\,\delta = 180° - (\varphi_{12} + \varphi_{56})$
15	$-\lg \sin \delta$	—1,75099	24	ΔY	—3948	
16	$\lg O_{12}Ц$	3,84502	26	$Y_Ц$	51002	
4	$Д(ОД)_{12}$	349°11′	5	$X_{O_{12}}$	20712	
18	$+\alpha_{12}$	—23°31′	25	ΔX	5779	Углы α берутся со своими знаками
19	$Д(O_{12}Ц)$	325°40′	27	$X_Ц$	26491	



25 декабря 1948 г. 15 ч. 10 м. Вычислял: *Иванов*

т. е. берут $Д(ОД)_{56}$; $X_{O_{56}}$ и $Y_{O_{56}}$. При этом логарифм синуса угла φ берут с правой акустической базы, т. е. $\lg \sin \varphi_{12}$.

При небольших расхождениях в координатах (порядка нескольких метров), полученных по одной и другой стороне треугольника, берут среднее значение и принимают это значение за истинные координаты.

Если расхождения будут велики, то это значит, что при расчетах допущена грубая ошибка. В этом случае необходимо сделать проверку расчетов по обеим сторонам.

При расчетах координат целей можно все углы брать с точностью до 1 минуты. При решении задачи вычислительным способом пользуются данными только крайних акустических баз.

§ 6. ЗАСЕЧКА ЦЕЛЕЙ С ПОМОЩЬЮ СЕКУНДОМЕРА

Из опыта Великой Отечественной войны известно, что при отсутствии звукометрических станций засечка батарей противника производилась с помощью секундомера. При засечке целей с помощью секундомера надо различать два случая:

1) виден блеск выстрела;

2) блеск выстрела не виден.

В первом случае по секундомеру измеряют время между блеском выстрела и подходом звука к слухачам, выставленным в 1—2 *км* один от другого. Выставляют обычно двух слухачей, но для большей надежности лучше выставлять трех слухачей.

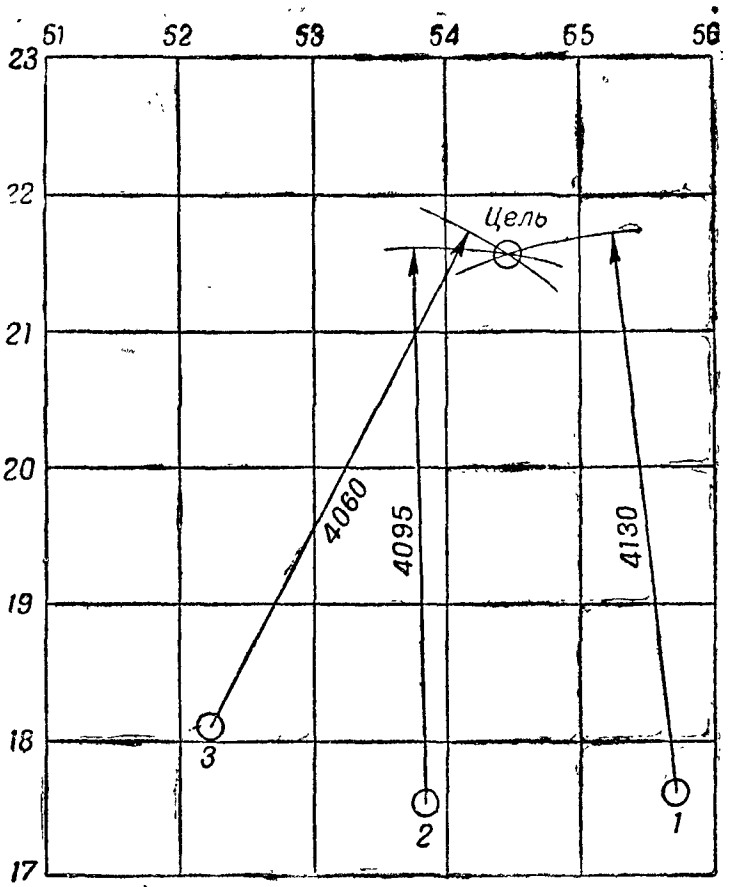


Рис. 97. Схема определения координат целей с помощью секундомера по рассчитанным дальностям

Полученное слухачами по секундомеру время прохождения звуком расстояний от цели до слухачей передается по телефону на пункт обработки. На пункте обработки умножают величину скорости звука на полученное время и получают дальности, затем на планшете засечками определяют местоположение цели (рис. 97). Слухачей можно выставлять, например, на пунктах СНД, используя для этого разведчиков. При вычислении дальностей скорость звука берут с учетом температуры, т. е. берут $C = 331 + 0{,}6\ t$.

Предположим, что $C = 350$ *м*, и пусть первый слухач (правый) получил время, равное 11,8 секунды, второй — 11,7 секунды и третий — 11,6 секунды; тогда дальность от цели до первого слухача будет $Д = Ct = 350 \cdot 11{,}8 = 4130$ *м*, до второго $350 \cdot 11{,}7 = 4095$ *м* и до третьего $350 \cdot 11{,}6 = 4060$. Координаты точек стояния слухачей известны. Эти

точки наносят на планшет и засечкой получают местоположение цели (рис. 97).

При наличии ветра для более точного определения местоположения цели надо учитывать влияние ветра на распространение звука. За время, в течение которого звук достигнет слухачей, центр звукового возмущения переместится по направлению ветра. Величина этого смещения будет Wt, где W — скорость ветра, а t — время распространения звука от цели до слухача, при этом время t берут среднее, например, если для первого слухача $t = 20$ секунд, а для второго $t = 21$ секунда, то берут $t = 20{,}5$ секунды.

В нашем примере были выставлены три слухача, значит

$$t_{ср} = \frac{11{,}8 + 11{,}7 + 11{,}6}{3} = \frac{35{,}1}{3} = 11{,}7 \text{ секунды.}$$

Если взять $W = 6$ *м/сек*, то получим $Wt = 6 \cdot 11{,}7 = 70$ *м*. Отложив от полученного положения цели в направлении, противоположном направлению ветра, 70 *м*, получаем исправленное положение цели. Подобным же образом корректируют стрельбу, определяя время между блеском разрыва снаряда и приходом звука к слухачам. Если по засеченной цели открывается огонь немедленно, то можно как для определения места положения цели, так и для определения места положения разрывов влияние ветра не учитывать и дальность рассчитывать при какой-либо постоянной скорости звука, например, при $C = 333{,}3$ *м*. В этом случае процесс определения дальностей упрощается. Надо только время t умножить на 1000 и разделить на 3. Например, при $t = 11{,}8$ получаем $Д = 11800 : 3 = 3933$ *м*. Действительно, $333{,}3 \cdot 11{,}8 = 3932{,}9$ *м*.

Для более надежного и точного определения места положения цели надо времена t определять не менее чем по 3—4 выстрелам и дальности рассчитывать по среднему значению t. Например, при засечке трех выстрелов первый слухач получил $t = 11{,}8$ секунды, $t = 11{,}6$ секунды и $t = 11$ секунд Надо брать

$$t_{ср} = \frac{11{,}8 + 11{,}6 + 11{,}0}{3} =$$

$$= \frac{34{,}4}{3} = 11{,}5 \text{ секунды.}$$

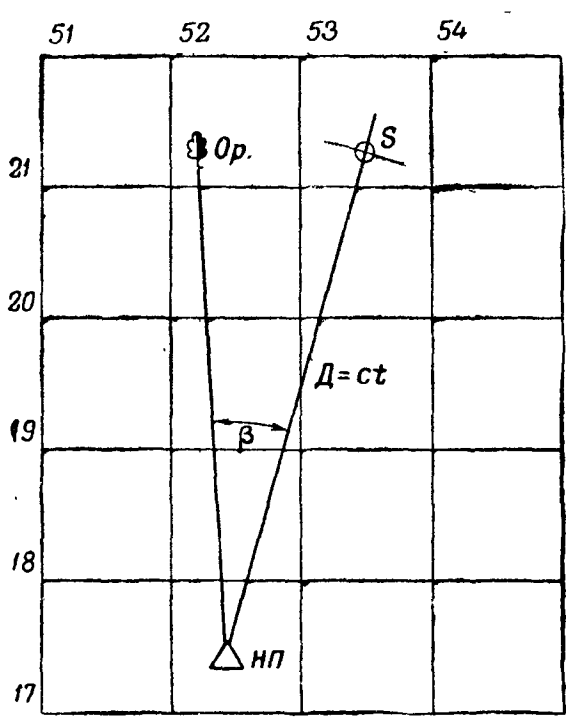


Рис. 98. Определение положения цели с одного пункта по углу и дальности

Слухачи должны быть натренированы так, чтобы могли измерять время t с точностью до 0,1 секунды.

Задачу можно решить и с помощью одного только пункта, но для этого надо знать угол с данного пункта от ориентира на засекаемую цель. Угол этот может быть определен, например, при помощи стереотрубы. Определив по секундомеру время прохождения звуком расстояния от цели до слухача, рассчитывают дальность $Д = Ct$, по измеренному углу строят направление на цель от ориентира (рис. 98) и по этому направлению откладывают рассчитанную дальность. В результате получают местоположение цели на планшете. Результат будет несколько точнее, если скорость

звука брать с учетом продольной слагающей ветра, т. е по формуле

$$C_W = C + W\cos\gamma.$$

Во втором случае, т. е. когда блеск выстрела не виден, местоположение цели можно определять по принципу разности времен. Для этого секундомеры должны быть хорошо сверены и запущены одновременно. По сигналу с пункта, который принял звук первым, слухачи на остальных пунктах, как только услышат звук, останавливают секундомеры и передают на пункт обработки время, указанное на секундомере. Эти времена и будут являться разностями времен τ, согласно которым координаты цели получают графическим способом.

Точность засечки целей по секундомеру невелика. Координаты засеченных целей по секундомеру используются для целеуказания другим видам разведки, например, воздушной, и для пристрелки по ним с помощью тех же слухачей.

ЗАДАЧИ К ГЛАВЕ VI

Задача 1. Рассчитать координаты точки $Д$ и длину l для левой базы (рис. 93) при данных координатах звукопостов $X_5 = 20890$; $X_6 = 21105$; $Y_5 = 51625$; $Y_6 = 50485$ при $m = 5$.

Задача 2. Согласно условию задачи 1 рассчитать координаты точки $Д$ при $m = 10$.

Помещенные ниже задачи взяты из книги Апарина А. А. (см. главу V).

Определить координаты цели смешанным способом:

№ задачи	№ задачи по книге Апарина А. А.		O_{12}	$Д_{12}$	O_{34}	$Д_{34}$	O_{56}	$Д_{56}$	№ цели	$\sin\alpha_0$		
										1–2	3–4	5–6
3	57	X	24359	22778	22103	21796	19715	21466	101	+ 98	+110	— 34
		Y	60325	55582	60466	55476	60404	55720	102	—171	—168	—276
4	58	X	17258	19180	19771	20269	22622	20752	201	—215	—237	—374
		Y	52861	57476	52450	57425	52908	57545	204	+347	+355	+197
5	59	X	88399	93289	88137	93125	88356	93070	301	—346	—107	—109
		Y	17237	16198	13724	13373	10391	12054	304	+246	+468	+359
6	60	X	90016	90864	93302	91373	95827	92592	401	+148	+ 25	+ 91
		Y	05275	10203	05712	10325	07167	10980	402	—302	—456	—348

Определить координаты цели аналитическим способом:

№ задачи	№ задачи по книге Апарина А. А.	№ звуковых постов	X	Y	№ цели	$\sin \alpha_0$	
						1–2	5–6
7	72	1	09581	41839	101	+139	+383
		2	10673	41559	102	—128	+148
		5	14699	41528	103	—341	— 72
		6	15758	41600	104	—226	+ 3
8	73	1	10505	66122	201	— 17	+191
		2	09779	66443	202	—214	— 69
		5	03557	66610	203	+136	+352
		6	02536	66478	204	— 83	+101

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ГЛАВЕ VI

1. Какие применяются способы определения координат целей?

2. В чем заключается сущность смешанного способа определения координат целей?

3. Когда применяются графический и смешанный способы определения координат целей?

4. Какая разница между графическим и смешанным способами определения координат целей?

5. Какой способ определения координат целей считается основным и почему?

6. Как производится построение углов по синусам?

7. Чем отличается построение углов по $\sin \alpha = \frac{C\tau}{l}$ от построения углов по $\sin \alpha = \frac{\tau}{T}$ и по $\sin \alpha = \frac{\frac{\tau}{T}}{1}$?

8. Почему диаметр построительной окружности берется равным 200 *мм*?

9. В чем заключается сущность построения директрис при работе смешанным способом?

10. Как определяется длина базы *l* при графическом и при смешанном способах работы?

11. В чем заключается сущность вычислительного способа работы и когда он применяется?

12. В чем заключается сущность засечки целей по секундомеру, когда виден блеск выстрела и когда он не виден?

ОТВЕТЫ К ЗАДАЧАМ ГЛАВЫ VI

№ задачи	№ цели	Ответы	№ задачи	№ цели	Ответы
1	—	$X_Д=26697$ $Y_Д=52130$ $l=1160$	6	401	$X=90180$ $Y=12730$
				402	$X=93835$ $Y=12645$
2	—	$X_Д=32397$ $Y_Д=53205$	7	101	$X=11056$ $Y=49958$
3	101	$X=22500$ $Y=52110$		102	$X=13393$ $Y=49887$
	102	$X=20300$ $Y=52785$		103	$X=15257$ $Y=49211$
4	201	$X=22622$ $Y=60520$		104	$X=14604$ $Y=50312$
	204	$X=17570$ $Y=60582$	8	201	$X=06058$ $Y=57472$
5	301	$X=96310$ $Y=12275$		202	$X=03594$ $Y=57345$
	304	$X=96810$ $Y=17580$		203	$X=07695$ $Y=57712$
				204	$X=05215$ $Y=57264$

Глава VII

ДЕШИФРИРОВАНИЕ ЛЕНТ

§ 1. ЗАДАЧА ДЕШИФРИРОВАНИЯ ЛЕНТ

В главе V мы рассматривали вопрос обработки лент и отсчетов в наиболее простых условиях работы звуковой разведки, когда на сравнительно большом отрезке ленты получаются записи, относящиеся к одной какой-либо звуковой волне. В этих условиях обработка лент заключается только в снятии отсчетов. Совсем по-иному стоит вопрос при наличии большого числа звуков на поле боя, что имеет место в действительных боевых условиях работы звуковой разведки. В этих условиях на

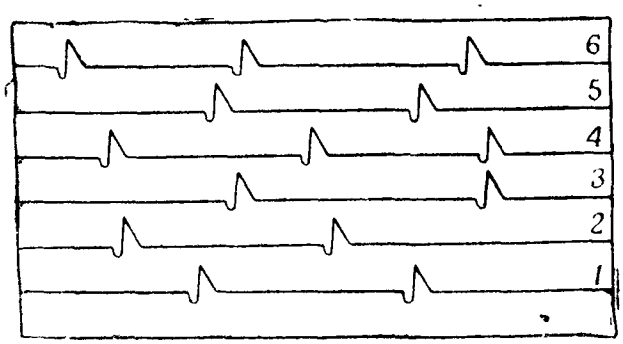


Рис. 99. Лента с записью нескольких звуковых волн

небольших отрезках ленты получаются обычно записи звуковых волн от нескольких целей, как это показано на рис. 99. Поэтому прежде чем снимать отсчеты, надо сначала дешифрировать ленту, отметить записи, относящиеся в каждой отдельной волне, и только после этого приступать к снятию отсчетов.

Условимся называть совокупность записей на ленте, относящихся к одной какой-либо звуковой волне, **системой записей**. Например, если батарея звуковой разведки развернула шесть звуковых постов и на какой-либо огневой позиции противника, например, в точке $Ц_1$ (рис. 100), произведен один выстрел, то звуковая волна подойдет последовательно ко всем звуковым постам и соответствующие

перья запишут нам эту волну, относящуюся к цели № 1. На рис. 101 записи этой волны отмечены цифрой 1. Записи данной волны и будут являться системой записей. Записи, отмеченные цифрой 2, принадлежат к другой системе, относящейся к цели № 2 (рис. 100).

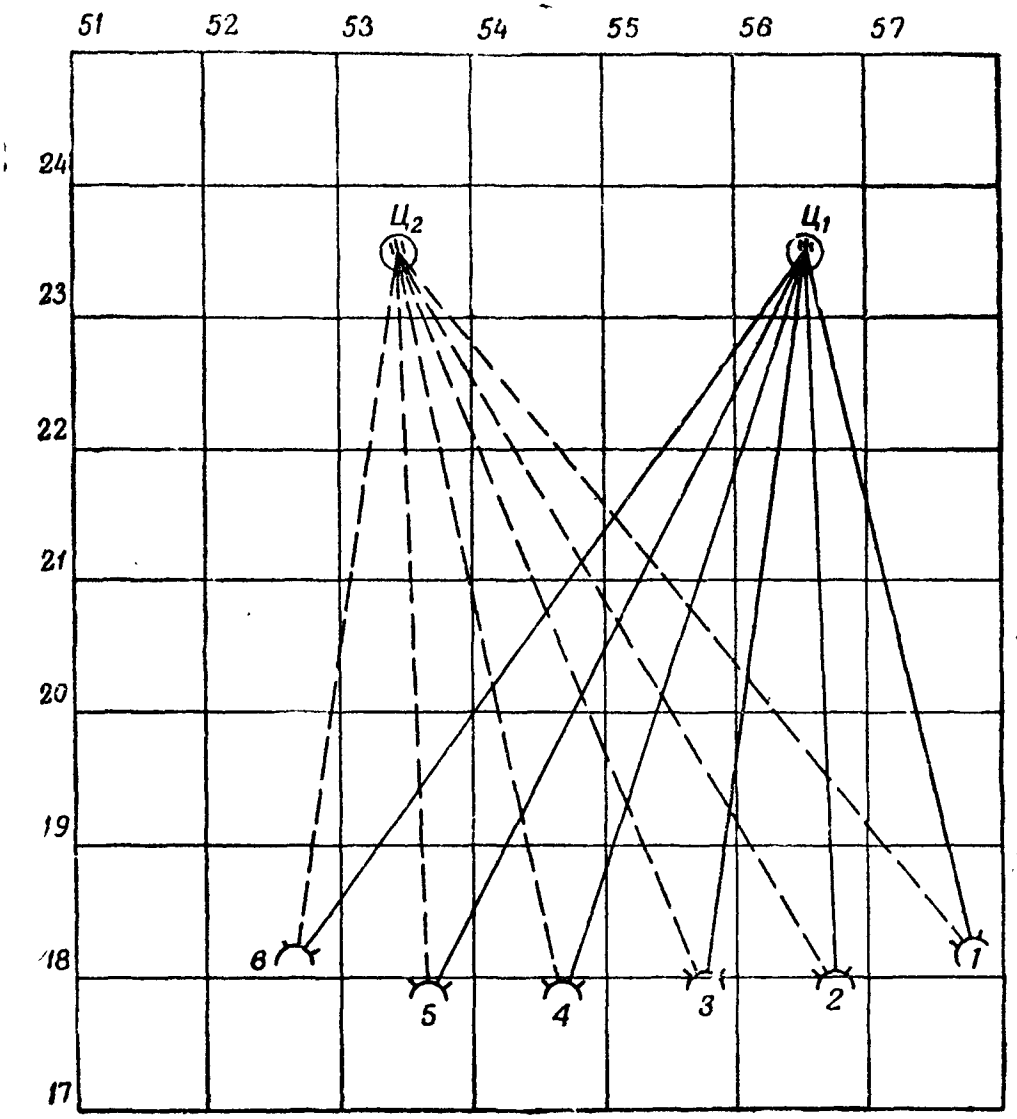


Рис. 100. Схема относительного расположения двух целей и шести звукоприемников

Задача дешифрирования лент заключается, следовательно, в том, чтобы найти на ленте системы записей, относящиеся к той или иной разведываемой цели (к разрывам снарядов при корректировании огня своей артиллерии).

На рис. 102 показана расшифрованная лента, на которой цифрами 1, 2 и 3 отмечены записи систем, относящиеся к трем различным целям.

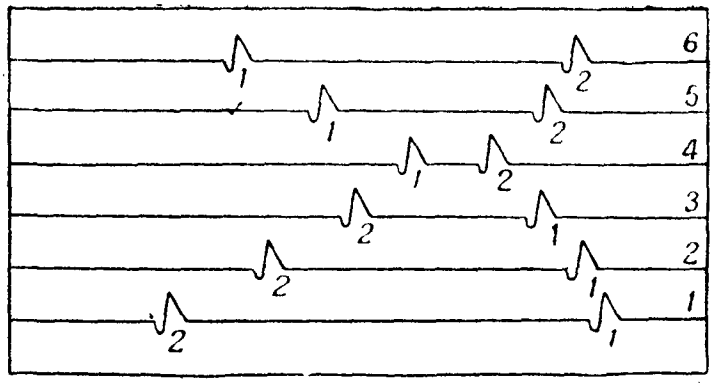


Рис. 101. Записи двух волн, полученных от целей, указанных на рис. 100

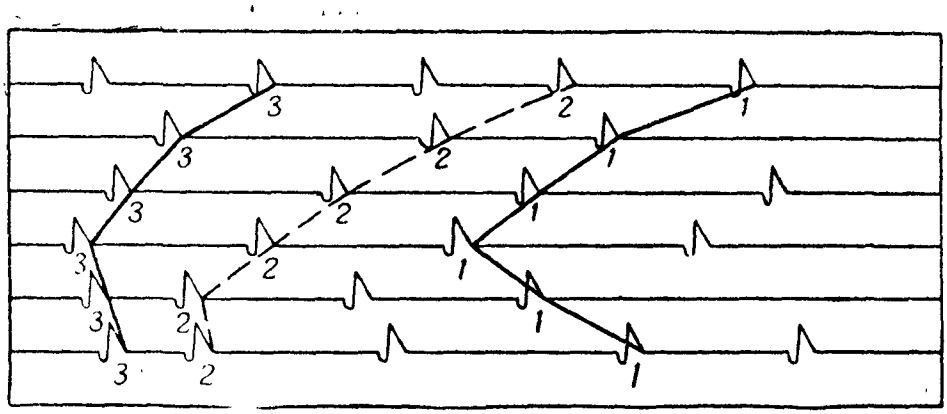


Рис. 102. Расшифрованная лента с записями трех целей

§ 2. ГЕОМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД ДЕШИФРИРОВАНИЯ ЛЕНТ

Из предыдущих глав нам известно, что определение местоположения цели производится по разностям времен, получаемым с двух или более акустических баз. Каждому положению цели должны соответствовать с каждой базы определенные разности времен и, следовательно, определенное расположение записей на ленте.

Возьмем то же орудие противника, находящееся в точке $Ц_1$, и звукоприемники, расположенные так, как показано на рис. 100. Звуковая волна от выстрела этого орудия подойдет последовательно к каждому звукоприемнику, и на ленте мы получим систему записей этой цели. Если орудие будет продолжать вести огонь, то при одних и тех же метеорологических условиях будем получать каждый раз одну и ту же систему записей, в которой последние будут располагаться все время в одном и том же порядке, свойственном только данной цели при данном расположении звуковых постов. Если изменим положение звукоприемников, например, перенесем все звукоприемники или часть их в другие точки или изме-

ним только положение цели, то получим другую систему, с другим порядком расположения записей. Например, пусть расположение звукоприемников останется прежним (рис. 100), но орудие возьмем другое, расположенное в точке $Ц_2$, левее первого. При выстреле из этого орудия получим свою систему записей, порядок этих записей в данной системе будет сильно отличаться от того порядка записей, который был в первой системе. Записи в системе, относящейся к точке $Ц_2$, отмечены на рис. 101 цифрой 2. И чем дальше орудие № 2 будет отстоять от орудия № 1, тем больше будет отличаться порядок расположения записей в одной системе от порядка расположения записей в другой системе.

Таким образом, при данном расположении звукоприемников каждому источнику звука (каждой цели или разрыву снаряда) должна соответствовать одна вполне определенная система записей. Поэтому для выявления систем записей необходимо прежде всего знать хотя бы примерное расположение записей в этих системах.

Порядок расположения записей в системах и положен в основу геометрического метода дешифрирования лент.

Метод этот назван геометрическим потому, что расположение записей в системах зависит только от геометрической зависимости между расположением звукоприемников и целью при условии, что метеорологические элементы остаются постоянными.

Определение порядка расположения записей в системах

Представим себе, что нам известно местоположение цели, а также местоположение наших звукоприемников. Пусть цель находится в точке $Ц$ (рис. 103), а звукоприемники в точках M_1, M_2, M_3, M_4, M_5 и M_6. Возьмем первый звукоприемник за начальный и изобразим дугой положение фронта звуковой волны в момент подхода ее к этому звукоприемнику.

Из рис. 103 видно, что первый звукоприемник лежит ближе к цели, чем все остальные, поэтому к нему волна подойдет раньше, чем к другим звукоприемникам. Зная масштаб планшета и скорость звука, нетрудно определить, через какие промежутки времени волна подойдет к остальным звукоприемникам, т. е. нетрудно определить разности времен прихода звуковой волны к остальным звукоприемникам по отношению к первому. Для этого достаточно измерить по планшету расстояния от цели до каждого

звукоприемника, затем определить разности расстояний и разделить полученные разности на скорость звука при данной температуре.

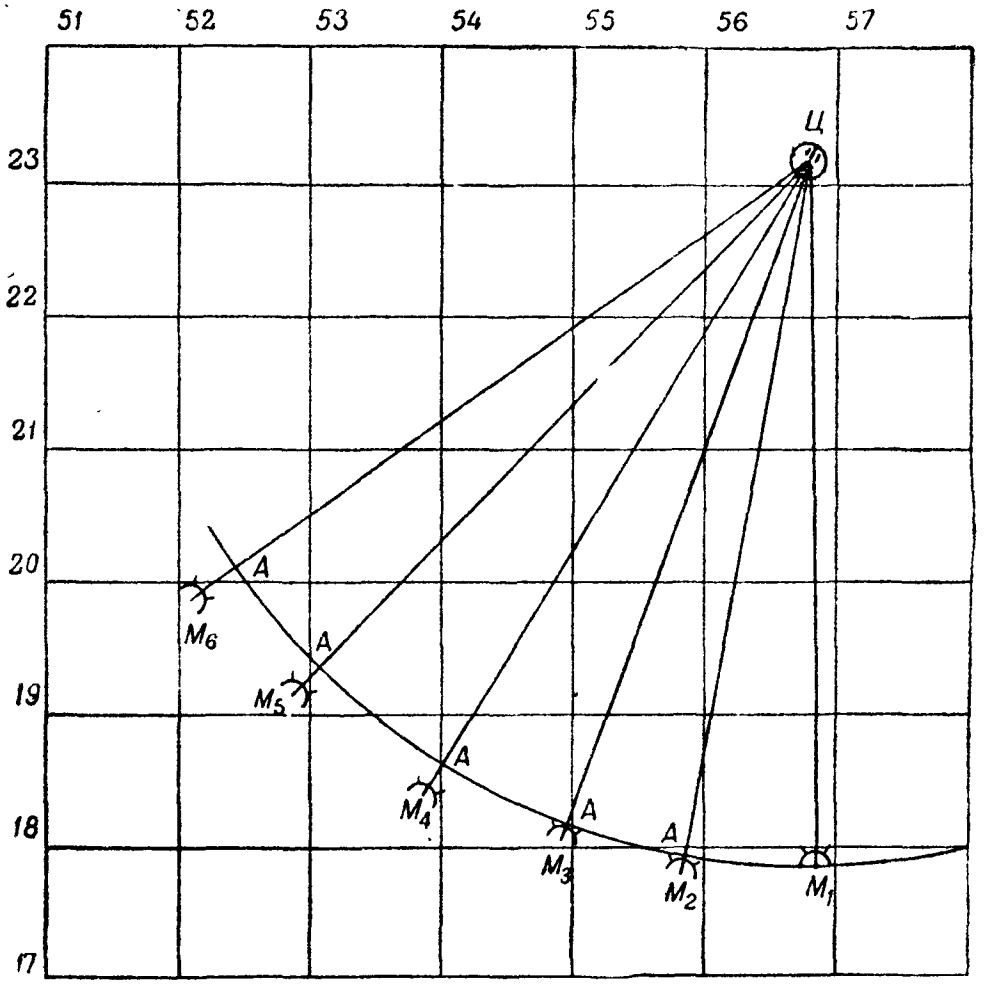


Рис. 103. Схема относительного расположения одной цели и шести звукоприемников

Предположим, что расстояния от цели *Ц* до звукоприемников оказались равными: $ЦМ_1 = 5\,100$ *м*, $ЦМ_2 = 5\,200$ *м*, $ЦМ_3 = 5\,250$ *м*, $ЦМ_4 = 5\,350$ *м*, $ЦМ_5 = 5\,400$ *м*, $ЦМ_6 = 5\,550$ *м*.

Разности расстояний будут равны:

$$r_{12} = ЦМ_1 - ЦМ_2 = 5100 - 5200 = -100 \text{ м}.$$
$$r_{13} = ЦМ_1 - ЦМ_3 = 5100 - 5250 = -150 \text{ м}.$$
$$r_{14} = ЦМ_1 - ЦМ_4 = 5100 - 5350 = -250 \text{ м}.$$
$$r_{15} = ЦМ_1 - ЦМ_5 = 5100 - 5400 = -300 \text{ м}.$$
$$r_{16} = ЦМ_1 - ЦМ_6 = 5100 - 5550 = -450 \text{ м}.$$

На рис. 103 эти разности представлены отрезками AM_2, AM_3, AM_4, AM_5 и AM_6.

Разности времен τ определяются по формуле

$$\tau = \frac{r}{C}, \qquad (1)$$

где C — скорость звука при данной температуре.

Например, при $C = 333{,}3$ *м/сек* и при $r = 1$ *м* получаем $\tau = 0{,}003$ секунды. Зная теперь скорость движения ленты, можем разности, выраженные во времени τ, выразить в отрезках ленты, измеряемых в миллиметрах. В этом случае

$$\tau_л = \frac{r}{C} \cdot V, \qquad (2)$$

где $\tau_л$ — разности времен, выраженные в отрезках ленты (в миллиметрах);

V — скорость движения ленты.

При $V = 100$ *мм/сек*

$$\tau_л = \frac{r}{C} 100 \text{ мм}.$$

При $C = 333{,}3$ *м/сек* будем иметь:

$$\tau_л = 0{,}3r \text{ мм}. \qquad (3)$$

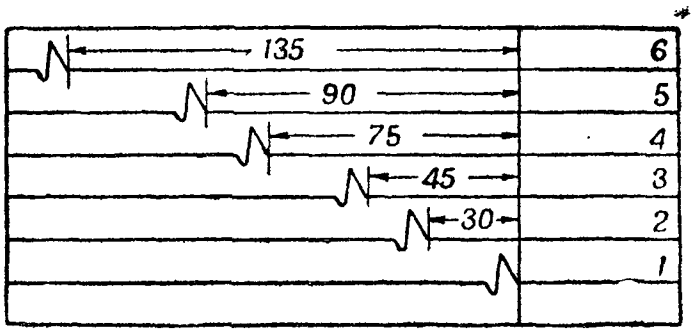


Рис. 104. Записи звуковых волн от цели, указанной на рис. 103

Например, при $r = 1$ *м* $\tau_л = 0{,}3$ *мм*, при $r = 100$ *м* $\tau_л = 30$ *мм* и т. д.

Возьмем теперь отрезок ленты и проведем на нем вертикальную линию (рис. 104), перпендикулярную верхнему (нижнему) срезу ленты.

На линии первого пера нанесем запись с ее началом на этой вертикальной линии. При движении ленты вправо записи остальных звукоприемников расположатся левее записи первого звукоприемника, а именно: запись второго пера на расстоянии $\tau_л = 0{,}3 \cdot 100 = 30$ *мм*, запись третьего пера — на 45 *мм*, запись четвертого — на 75 *мм*, пятого — на 90 *мм* и шестого — на 135 *мм*.

Порядок расположения записей на ленте соответствует величине и знаку разности расстояний. В нашем случае все разности имеют знак минус, поэтому все записи расположились влево от записи первого пера. Если разности будут иметь знак плюс, то записи расположатся вправо от записи первого пера.

Таким образом, зная разности расстояний, скорость звука, скорость и направление движения ленты, мы всегда можем определить порядок расположения записей в данной системе. Если из орудия, стоящего в точке *Ц* (рис. 103), произвели выстрел, то записи дульной волны расположатся только так, как это показано на рис. 104. Иначе они расположиться не могут. Практически этим положением можно воспользоваться следующим образом. Предположим, что, согласно указаниям предупредителя, в районе точки *Ц* (рис. 103) находится батарея противника. Тогда наносят эту точку на планшет, рассчитывают относительно ее порядок расположения записей в системе и наносят их на ленту (рис. 104).

Получив теперь боевую ленту, находят на ней записи, порядок расположения которых сходен с порядком расположения записей на подготовленной ленте.

Если соединить начала записей какой-либо системы (цели) прямыми линиями, как указано, например, на рис. 102, то получим график данной системы. Графики более наглядно дают представление о расположении записей в системах.

Более подробно о практических приемах дешифрирования с помощью графиков будет сказано в § 7 настоящей главы.

Свойство записей фланговых точек данного участка местности[1]

При расположении целей на небольшом участке местности графики систем этих целей будут мало отличаться один от другого. Возникает вопрос: нельзя ли эти системы объединить в какие-либо группы (в семейства) и найти пределы расположения записей в этих системах.

Под семейством систем записей будем понимать совокупность систем, относящихся к целям, расположенным на каком-то ограниченном участке местности.

---

[1] Для сокращения письма условимся в дальнейшем записи, относящиеся к системе записей какой-либо цели, находящейся в той или иной точке местности, называть просто записями данной точки.

Возьмем участок местности в виде четырехугольника с вершинами в точках *1, 4, 2* и *5* (рис. 105) и ознакомимся с взаимным расположением систем записей тех целей, которые могут находиться в этом четырехугольнике. Возьмем сначала цели, расположенные в точках *1* и *2*. Измерив по планшету разности расстояний для каждой точки относи-

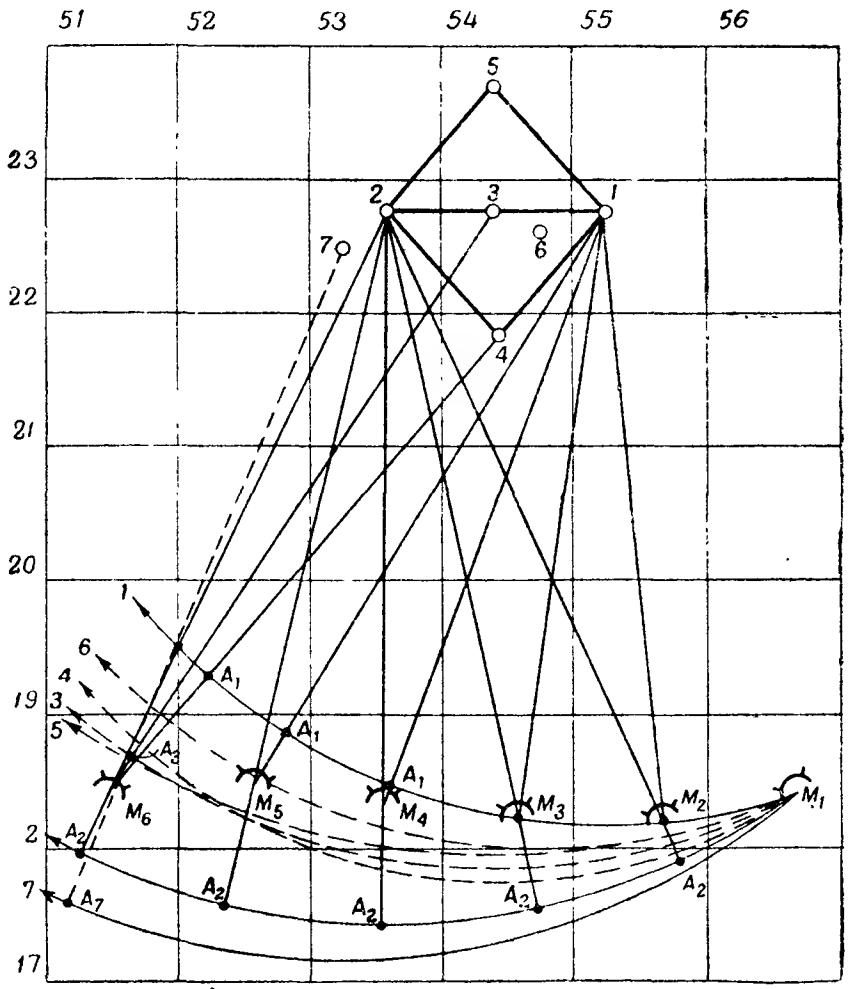


Рис. 105. Схема относительного расположения целей, находящихся в четырехугольнике и в вершинах его, относительно звукоприемников

тельно первого звукоприемника и рассчитав по формуле (3) величины $\tau_д$, нанесем записи этих точек на ленту. При этом начала записей на линии первого пера поместим в одну точку (рис. 106). Возьмем теперь точку *3*, лежащую посредине прямой, соединяющей точки *1—2*. Ввиду того, что точка *3* лежит посредине между точками *1* и *2*, мы можем ожидать, что и записи, относящиеся к точке *3*, будут лежать на линии каждого пера посредине между записями точек *1* и *2*. И действительно, если на линии первого пера совместить начало записи точки *3* с нача-

лами записей точек *1* и *2*, то записи точки *3* на линии остальных перьев будут лежать примерно посредине между записями точек *1* и *2*.

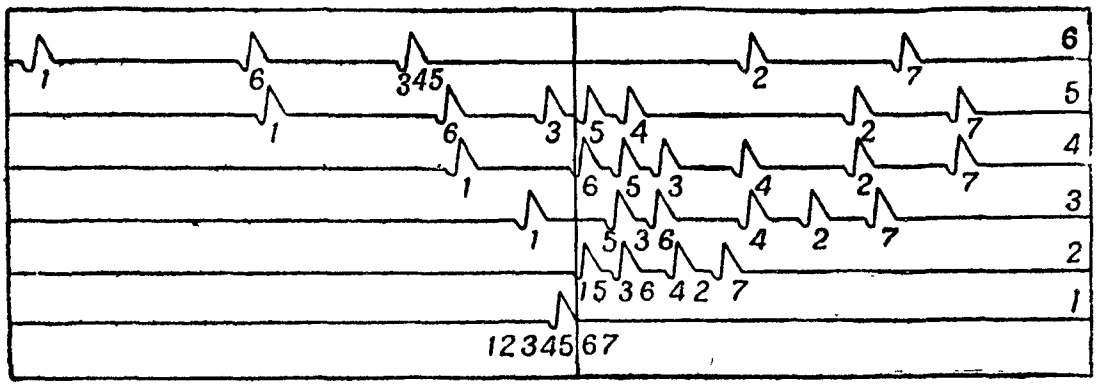


Рис. 106. Записи звуковых волн от целей, указанных на рис. 105, при совмещении начал их на линии первого пера

Для доказательства этого положения обратимся к рис. 105. Из этого рисунка видно, что разности расстояний измеряются отрезками AM, заключенными между дугой, проведенной из данной точки через точку стояния первого звукоприемника, и точкой стояния соответствующего звукоприемника.

Например, разность расстояний от точки *1* до шестого и первого звукоприемников будет A_1M_6, до пятого и первого — A_1M_5 и т. д. Для точки *2* разности расстояний будут A_2M_6, A_2M_5 и т. д. Мы видим также, что дуга, проведенная из точки *3* проходит посредине между дугами, проведенными из точек *1* и *2*, а следовательно, и разности расстояний для точки *3* будут равны полусумме разностей расстояний, взятых для точек *1* и *2*. Например, если измерить разность расстояний от точки *1* до шестого и первого звукопостов (рис. 105), то она будет равна $A_1M_6 = -1200$ *м*. Подобно этому разность расстояний для точки *2* $A_2M_6 = +500$ *м*, следовательно, разность расстояний для точки *3* между расстояниями от нее до шестого и первого звукоприемника будет:

$$A_3M_6 = \frac{-1200+500}{2} = -350.$$

Если мы измерим отрезок A_3M_6, то найдем, что он равен 350 *м*, а так как шестой звукоприемник лежит дальше от точки *3*, чем первый, то разность будет иметь знак минус. Согласно формуле (3) запись первой точки на линии шестого пера будет лежать левее вертикальной линии на 360 *мм* (рис. 106), а запись второй точки правее на 150 *мм*. Запись же третьей точки будет лежать левее на 105 *мм*,

т. е. посредине между записями первой и второй точек, так как $\frac{-360+150}{2} = -105$. В соответствии с этим записи точки *3* на линии всех остальных перьев, кроме первого, будут также лежать примерно посредине между записями точек *1* и *2*. Если совместить записи точек *4*, *5* и *6* на линии первого пера с записями точек *1* и *2*, то записи точек *4*, *5* и *6* также будут лежать между записями точек *1* и *2*, так как дуги, проведенные из точек *4*, *5* и *6* через точку стояния первого звукоприемника, лежат между дугами точек *1* и *2* (рис. 105).

Если взять какую-либо точку в данном четырехугольнике и совместить начало записи этой точки на линии первого пера с началами записей точек *1* и *2*, то нетрудно убедиться, что записи этой точки на линии остальных перьев будут лежать между записями точек *1* и *2*. Для этого надо только провести дугу из данной точки через точку стояния первого звукоприемника. Дуга эта непременно должна пройти между дугами точек *1* и *2*.

Если же взять какую-либо точку, например, точку *7*, лежащую вне этого четырехугольника, то дуга ее, проведенная через точку стояния первого звукоприемника, будет лежать ниже дуги точки *2* (рис. 105).

Значит, разности расстояний до точки *7* будут больше разностей расстояний до точки *2*, например $A_7M_6 > A_2M_6$ (см. рис. 105), поэтому записи точки *7* будут лежать за пределами записей точки *2* (рис. 106). Из сказанного можно сделать следующий вывод: **при совмещении начал записей любой точки данного четырехугольника с началами записей точек *1* и *2* на линии первого пера все остальные записи этой точки на линии остальных перьев обязательно встанут между записями точек *1* и *2*.**

Точки *1* и *2* лежат на флангах данного четырехугольника, поэтому точки эти будем называть фланговыми точками. Следовательно, можем сказать, что записи фланговых точек обладают таким свойством. **При совмещении начала записей на линии первого пера записи фланговых точек на линии остальных перьев будут являться предельными для записей всех точек данного четырехугольника.**

Условимся звукоприемник, относительно которого производится расчет разностей расстояний, а следовательно, и величин $\tau_д$, называть **начальным** и перо, соответствующее ему, **начальным пером**. Нетрудно заметить, что если за начальный звукоприемник взять не первый, а какой-либо другой и совместить начала записей данного семейства на линии пера соответственно выбранному звукоприемнику, то от этого свойство записей фланговых точек не нару-

шится. Записи этих точек также будут **предельными** для записей систем всего семейства, т. е. записи любой точки данного четырехугольника на линии других перьев будут находиться между записями этих фланговых точек.

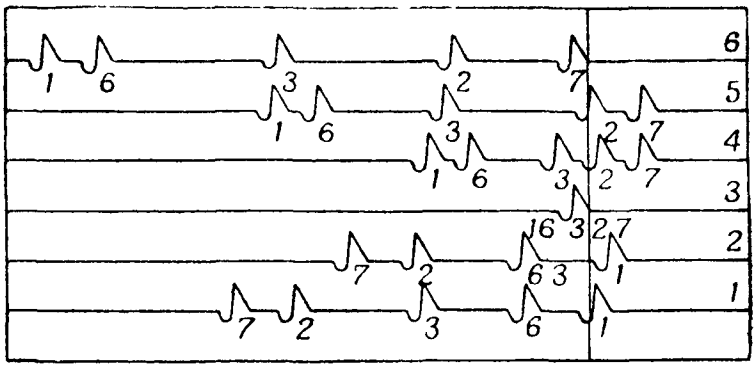


Рис. 107. Записи звуковых волн от целей, указанных на рис. 105, при совмещении начал их на линии третьего пера

Учащиеся в этом сами могут легко убедиться, если сделают графики систем из разноцветных проволок и будут совмещать начала записей всех систем последовательно на линии каждого пера. На рис. 107 нанесены записи точек *1, 2, 3, 6* и *7* соответственно рис. 105 при совмещении начал записей на линии третьего пера.

Разведывательный участок

Выше на примере фланговых точек произвольно взятого четырехугольника мы показали свойство записей этих точек по отношению к записям остальных точек этого четырехугольника.

Установим теперь действительную форму и размеры такого участка местности, фланговые точки которого будут обладать указанным выше свойством.

Возьмем для этого какой-либо участок местности *А* (рис. 108) и из центров крайних акустических баз проведем к нему касательные. В пересечении этих касательных образуются четыре точки *а, к, в, б*, которые будут являться вершинами искомого четырехугольника. Фланговые точки этого четырехугольника, т. е. **точки *б* и *к*, будут обладать тем свойством, что при совмещении записей на линии начального пера записи этих точек на линии остальных перьев будут являться предельными для записей всех точек данного четырехугольника.**

Следовательно, при совмещении записей на линии начального пера записи любой точки этого четырехуголь-

ника окажутся между записями точек *б* и *к*. Примером этого могут служить записи точки *е* (рис. 109), расположенной в четырехугольнике рис. 108.

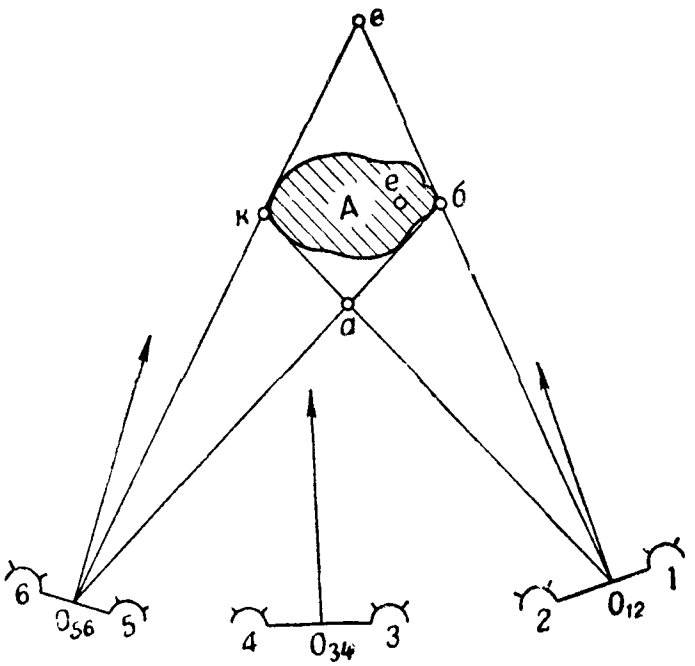


Рис. 108. Разведывательный участок, образованный касательными, проведенными из центров крайних акустических баз

В дальнейшем четырехугольник, образованный касательными, проведенными из центров крайних акустических баз к заданному участку местности, будем называть разведывательным участком или сокращенно — разведучастком.

То положение, что записи фланговых точек разведучастка *б* и *к* будут предельными для записей всех точек

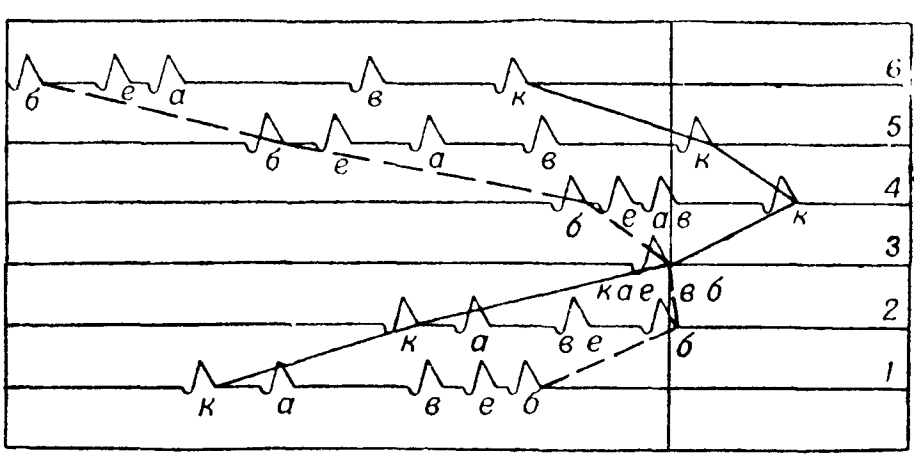


Рис. 109. Записи точек *а*, *в* и *е* встали между записями точек *б* и *к*

данного разведучастка, нетрудно доказать путем следующих рассуждений.

Известно, что расположение записей в системах определяется разностями времен τ. Из формулы $\sin\alpha = \frac{\tau}{T}$ следует, что при данном значении T величина τ зависит от угла α. Чем больше угол α, тем больше будет величина τ, и наоборот. Возьмем на рис. 108 левую акустическую базу M_5M_6. Из рисунка видно, что по любой цели, находящейся в секторе $кO_{56}б$, например, по цели, находящейся в точке $е$, величина отсчета τ_{56} будет меньше величины отсчета по точке $б$ и больше величины отсчета по точке $к$. То же самое можно сказать и относительно правой базы M_1M_2, т. е. по любой цели, находящейся в секторе $кO_{12}б$, отсчет τ_{12} по своей абсолютной величине будет меньше величины отсчета по точке $к$ и больше величины отсчета по точке $б$.

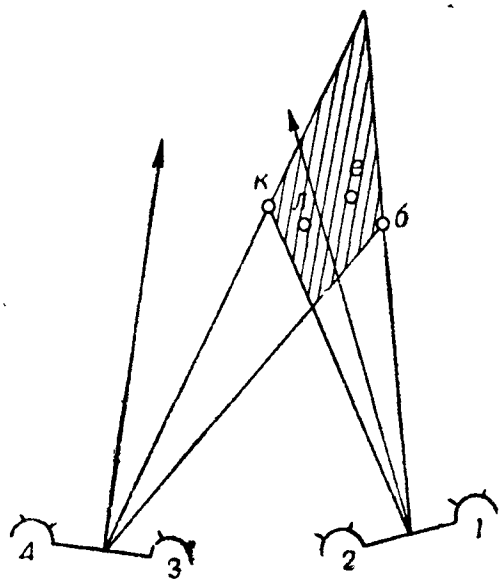


Рис. 110. Разведывательный участок лежит по обе стороны директрисы правой базы

Вообще, если разведучасток будет лежать справа от какой-либо директрисы, то мы можем написать, что $\tau_к < \tau_i < \tau_б$, где τ_i — отсчет по любой точке данного разведучастка. Если разведучасток будет лежать слева от директрисы, то по абсолютной величине $\tau_б < \tau_i < \tau_к$. Так как отсчеты по любой точке разведучастка по своей величине получаются между величинами отсчетов по точкам $б$ и $к$, поэтому и записи данной точки будут лежать между записями точек $б$ и $к$.

При прохождении директрисы через разведучасток (рис. 110) отсчеты по какой-либо точке этого участка (например, по точке $л$ или по точке $е$) по своей алгебраической величине получаются между величинами отсчетов точек $б$ и $к$, поэтому записи данной точки также будут лежать между записями точек $б$ и $к$.

Если теперь из точек $б$ и $к$ провести через какой-либо звукоприемник дуги, то дуги, проведенные из любых точек разведучастка, окажутся между дугами точек $б$ и $к$.

Указанные положения говорят о том, что при совмещении начал записей на линии какого-либо пера записи точек $б$ и $к$ действительно будут предельными по отношению к записям всех целей данного разведучастка.

Здесь же обратим внимание на следующее. Если разведучасток лежит справа от директрисы (рис. 108), то отсчеты по точкам *б* и *к*, а также по всем точкам этого разведучастка будут положительные.

Если же разведучасток лежит слева от директрисы, то отсчеты по точкам *б* и *к*, а также по всем точкам этого разведучастка будут отрицательные.

Если же директриса проходит через разведучасток, то отсчеты по точке *б* будут положительные, а по точке *к* отрицательные. Отсчеты же по целям этого разведучастка могут быть положительные и отрицательные. Абсолютная величина отсчета в этом случае с данной базы по любой цели разведучастка будет меньше отсчета по фланговой точке, лежащей с данной целью по одну сторону от директрисы. Из рис. 110 видно, что отсчет по точке *е* меньше отсчета по точке *б* и отсчет по точке *л* меньше отсчета по точке *к*.

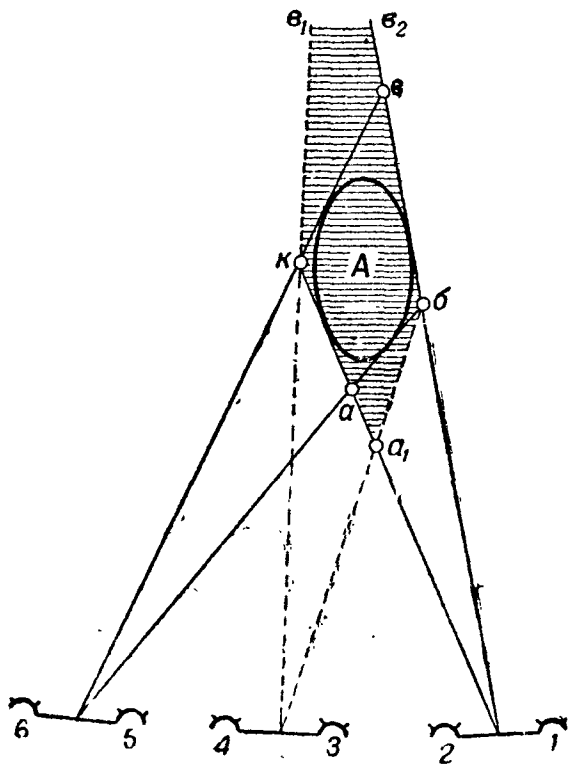


Рис. 111. Разведучасток, образованный касательными, проведенными из центров крайних и средней базы, больше разведучастка, образованного касательными из центров крайних баз

Для определения величины разведучастка нет надобности проводить касательные из центров всех трех баз, для этого достаточно провести касательные только из крайних баз. Из рис. 111 видно, что разведучасток, образованный касательными крайних баз, всегда меньше разведучастка, образованного средней базой и одной из крайних баз.

Так, например, фигура *аквб*, образованная касательными крайних баз, меньше фигуры $а_1кв_1в_2б$, образованной правой и средней базой. А если записи систем целей, находящиеся на большей площади, будут лежать между записями фланговых точек *б* и *к*, то записи целей, находящихся на меньшей площади, безусловно будут лежать между записями этих точек.

Так как записи точек *б* и *к* при совмещении записей на линии какого-либо пера являются предельными для

записей всех точек данного разведучастка, то отсюда следует, что **при совмещении начал записей любой точки разведучастка с записями точек** *б* **и** *к* **на линии начального пера записи этой точки на линии остальных перьев будут лежать между записями точек** *б* **и** *к* (рис. 109).

Это очень интересное положение используется при дешифрировании таким образом. Если при совмещении **начал записей на линии пера, взятого за начальное, все**

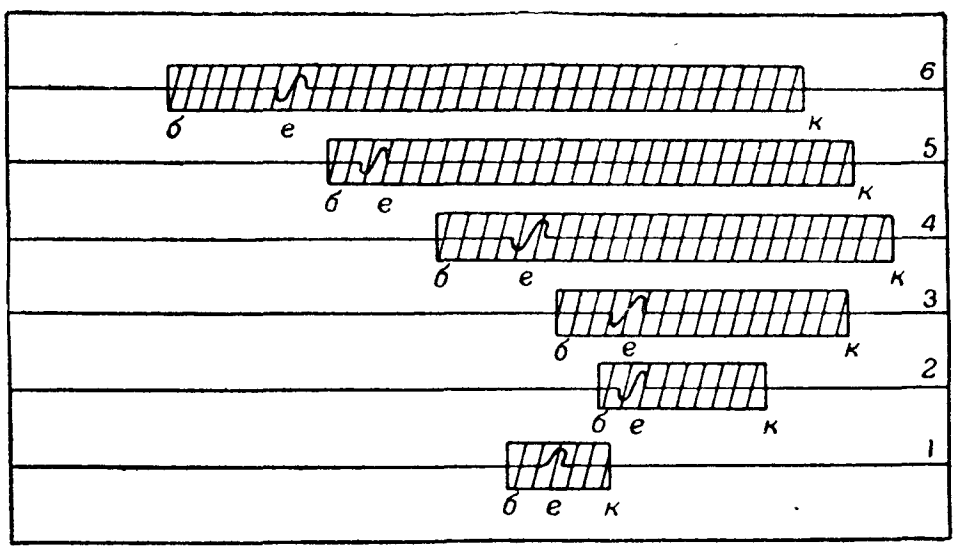


Рис. 112. Лента с вырезанными окнами. За начальный звукоприемник взят первый

остальные записи какой-либо цели будут лежать между записями фланговых точек (*б* и *к*), значит полученная система записей относится к цели, лежащей в данном разведучастке (точка *е*, рис. 108 и 109).

Возьмем какой-либо разведучасток (рис. 108) и нанесем записи фланговых точек *б* и *к* на ленту, совместив записи на линии первого пера, вырежем окна между началами этих записей на линии каждого пера. На линии первого пера также вырежем небольшое окно (рис. 112).

Возьмем теперь боевую ленту с записями какой-либо цели и поместим ее под подготовленную нами ленту с вырезанными окнами так, чтобы запись первого пера оказалась в окне на линии этого пера. Если во всех остальных окнах окажутся записи боевой ленты, то значит эти записи принадлежат к системе какой-то цели, находящейся в заданном разведучастке. На рис. 112 в окна встали записи точки *е*, находящейся в разведучастке, представленном на рис. 108.

Лента с окнами, вырезанными между началами записей фланговых точек данного разведучастка, называется вспомогательной лентой или лентой-дешифратором.

Более подробно о практических приемах дешифрирования с помощью такой ленты будет сказано в § 5 этой главы.

Размеры разведучастка

В действительной боевой работе записи на ленте получаются довольно часто, поэтому чем больше размеры окон, тем больше может попасть в них ненужных записей, т. е. наряду с записями искомой цели могут попасть в окна записи других целей или разрывов снарядов, или, наконец,

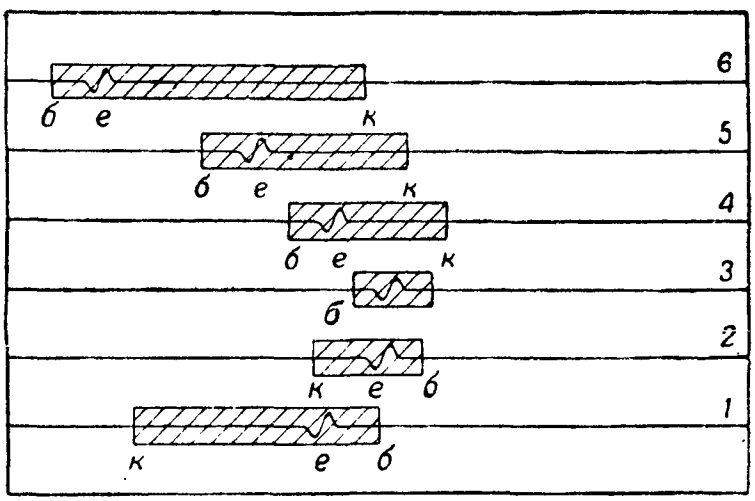


Рис. 113. Лента с вырезанными окнами. За начальный звукоприемник взят третий

записи баллистических волн. Все это может сильно усложнить дешифрирование лент. Следовательно, окна не должны быть слишком большими.

Размеры окон зависят от ширины разведучастка, а также от того, какой звукоприемник берется за начальный. Если брать за начальный какой-либо крайний звукоприемник, например, первый, то окно другого крайнего звукоприемника (на линии шестого пера) будет очень большим (рис. 112). Но окно крайнего, шестого, звукоприемника можно уменьшить за счет первого окна. Это можно легко сделать, если за начальный звукоприемник взять один из средних, например, третий или четвертый. При начальном, например, третьем звукоприемнике начальное окно будет на линии третьего пера (рис. 113), поэтому окно верхнего пера (шестого) уменьшится за счет окна первого пера. Вследствие этого за начальный звукоприемник выгодно брать один из средних. Практически установлено, что

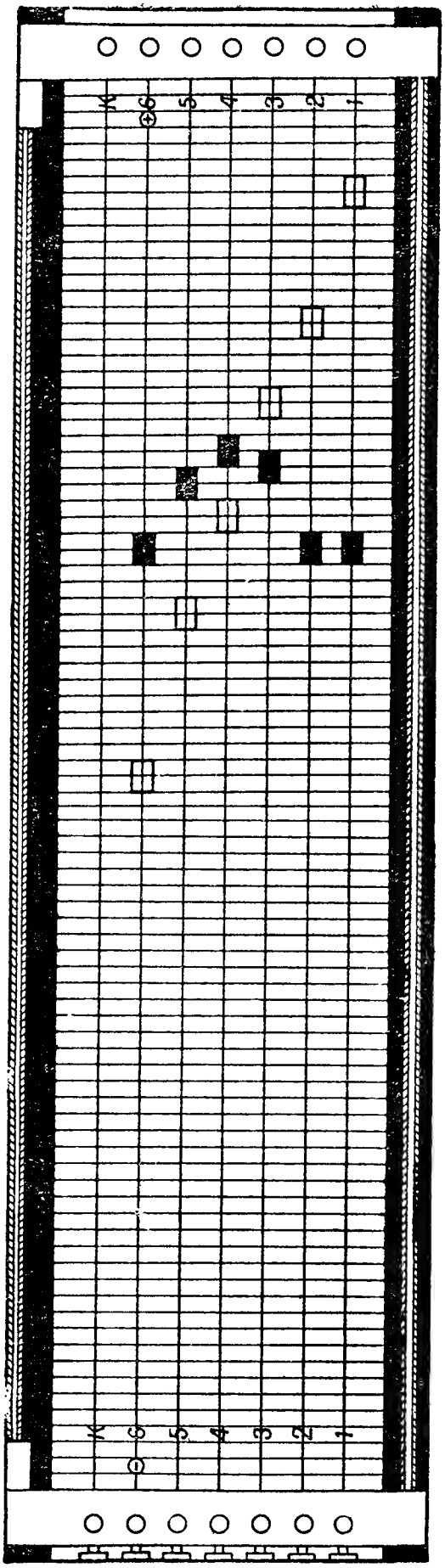


Рис. 114. Струнный дешифратор

ширина разведучастка (расстояние между точками *б* и *к*) должна быть порядка 1-00—1-50 деления угломера, считая от середины геометрической базы. При таких участках величина окон крайних перьев будет порядка 10—15 *см*.

§ 3. СТРУННЫЙ ДЕШИФРАТОР

В предыдущем параграфе было сказано, что, пользуясь свойством записей двух фланговых точек разведучастка, можно производить дешифрирование лент с помощью ленты-дешифратора (ленты с вырезанными окнами). Однако пользоваться такой лентой практически не всегда удобно; в особенности неудобно ею пользоваться при обучении и тренировке дешифровщиков, так как лента рвется и быстро выходит из строя. Гораздо удобнее пользоваться в таких случаях так называемым „струнным дешифратором".

Струнный дешифратор состоит из основания и крышки (рис. 114), на которой смонтировано семь струн, соответственно семи перьям регистрирующего прибора. На концах основания нанесены порядковые номера перьев. На каждой струне имеется по два движка. Движки могут перемещаться вдоль струны и вокруг нее. Они служат для фиксирования начал записей на струнах.

Для отметки начал записей правой и левой точек

разведучастка на концах каждого движка сделаны с одной стороны белая, а с другой стороны красная отметки, которые устанавливаются путем поворота движка вокруг струны. Между движками находится по нескольку спиралек. Спиральки перемещаются вдоль струны и служат для фиксирования записей найденных отдельных систем заданного разведучастка.

Длина дешифратора равна 120 *см*. Это необходимо для того, чтобы можно было дешифрировать ленту при наличии записей по любым точкам полосы разведки батареи. Действительно, если ширина полосы разведки равна 6 *км* и батарея развернулась по фронту также на 6 *км*, то разность времен между крайними звукопостами может доходить до 12 секунд. 12 секунд соответствуют 120 *см* на дешифраторе.

Подготовка дешифратора к работе

Подготовка дешифратора заключается в расчете расположения начал записей крайних точек разведучастка и в расстановке движков на нем. Расстояние между движками каждого пера, так же как и на ленте-дешифраторе, будем называть окном.

Расчет для определения расположения начал записей по крайним точкам разведучастка производят по планшету (карте) с помощью специальной планшетной или обыкновенной миллиметровой линейки.

Планшетная линейка сконструирована таким образом, что при помощи ее с планшета или с карты непосредственно снимают величины отсчетов τ в отрезках ленты ($\tau_л$ в сантиметрах). Планшетная линейка представляет собой металлический стержень длиною в 800 *мм* (рис. 115) с кареткой. На одном конце стержень имеет кольцо (головку) с перекрестием и тремя иголками для закрепления головки линейки над какой-либо точкой планшета. Стержень может перемещаться вокруг головки в плоскости планшета, при этом любая точка стержня будет описывать окружность с центром в перекрестии кольца. Вдоль стержня ходит каретка, закрепляемая винтом в любом положении на стержне. На каретке в свою очередь укрепляется одна из съемных масштабных линеек.

Масштабных линеек в комплекте две. На каждой из них имеется две шкалы — по одной шкале с каждой стороны линейки. Шкалы рассчитаны соответственно масштабу карты (планшета) 1 : 25 000 и скорости звука, равной 325, 335, 341 и 350 *м/сек*.

В некоторых комплектах станций сохранились линейки старого образца для масштаба карты 1 : 21 000. Этими

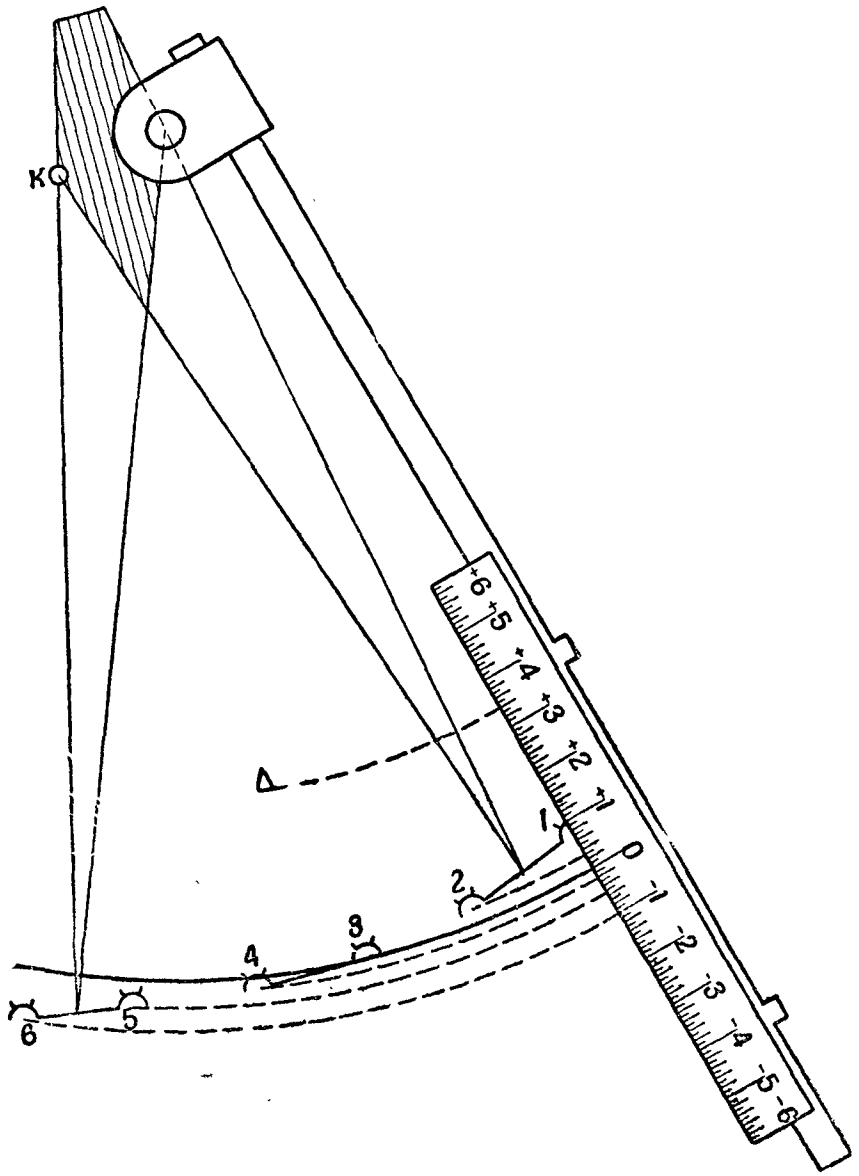


Рис. 115. Схема работы с помощью планшетной линейки

линейками для работы на карте в масштабе 1 : 25 000 пользоваться нельзя; они подлежат изъятию. Цена малого деления каждой шкалы равна 0,1 секунды, что соответствует 1 *см* ленты при скорости движения ее, равной 100 *мм/сек*. Цена большого деления равна 1 секунде (10 *см* ленты).

На каждой шкале линейки вправо от нуля стоит знак минус и влево плюс[1].

Знаки означают, что движки на дешифраторе надо ставить соответственно влево или вправо от нуля.

Расчет расположения начал записей при помощи планшетной линейки производится следующим образом. Соответственно данной скорости звука или близкой к ней берут мас-

[1] На рис. 115 для наглядности знаки плюс и минус поставлены у каждой цифры.

штабную линейку и укрепляют ее на каретке металлического стержня. Устанавливают перекрестие головки над одной из крайних точек разведучастка и, вдавив иголки головки в планшет, закрепляют ее в этом положении. Затем устанавливают нуль масштабной линейки против точки стояния начального звукоприемника и, перемещая стержень линейки вокруг головки, подводят масштабную линейку поочередно ко всем точкам стояния звукоприемников, начиная с первого, и к точке стояния предупредителя. Установив масштабную линейку, например, против первого звукоприемника, берут по ней разность расстояний, выраженную непосредственно в сантиметрах ленты, считая, что одно малое деление линейки соответствует 1 *см* ленты. После этого, не отнимая головки линейки, подводят масштабную линейку к точке стояния второго звукоприемника, затем к точке стояния третьего и т. д.

Возьмем какой-либо разведучасток с крайними точками *б* и *к* (рис. 115) и для него произведем расчет установок движков на дешифраторе (расчет расположения начал записей на ленте).

Предположим, что $t_v = 22°$. За начальный принимаем третий звукоприемник. Масштабную линейку берем для $C = 341$ *м/сек*, так как шкала этой линейки ближе соответствует величине скорости звука при заданной виртуальной температуре. Устанавливаем масштабную линейку на каретку, перекрестие головки ставим над точкой *б* и в этом положении укрепляем головку линейки на планшете.

Устанавливаем нуль масштабной линейки против точки стояния начального (третьего) звукоприемника и, придерживая левой рукой головку, поворачиваем стержень вокруг точки *б*, устанавливая ребро с делениями масштабной линейки у точки стояния первого звукоприемника. Точка стояния первого звукоприемника пришлась против седьмой риски масштабной линейки влево от нуля.

Передвинув линейку влево к точке стояния второго звукоприемника, увидим, что точка стояния этого звукоприемника придется против третьей риски также влево от нуля и т. д. Точка стояния третьего звукоприемника окажется против нулевой риски. К точке стояния начального звукоприемника нулевая риска масштабной линейки подводится для контроля правильности установки планшетной линейки.

Точка стояния предупредителя окажется против 34-й риски влево от нуля. Соответственно показаниям линейки записываем получаемые значения $\tau_л$ в бланк (см. бланк настройки дешифратора): +7, +3, 0, —2, —5, —10 и +34.

Записав в бланк разности расстояний для точки *б*, устанавливаем перекрестие головки линейки над другой

крайней точкой разведучастка, т. е. над точкой *к*. Укрепляем головку линейки, устанавливаем снова нуль шкалы масштабной линейки против точки стояния начального, третьего звукоприемника и, подобно тому как это делалось по отношению к точке *б*, снимаем разности для точки *к*. В результате для точки *к* записываем в бланк: —3, —3, 0, —1, —2, —4 и +31.

БЛАНК

НАСТРОЙКИ ДЕШИФРАТОРА

	№ звукоприемника	Отрезки $\tau_д$ в сантиметрах	
		точка *к*	точка *б*
Разведучасток № 1	Предупредитель	+31	+34
	6	—4	—10
Дешифратор № 1	5	—2	—5
25 декабря 1948 г.	4	—1	—2
	3	0	0
10 час. 15 мин.	2	—3	+3
(подпись)	1	—3	+7

Движки на дешифраторе расстанавливаются согласно этим расчетам.

Расчет расположения записей в системах на планшете при помощи миллиметровой линейки производится в такой последовательности.

Устанавливают верхний конец линейки (вернее, один из углов ее) у точки *б* и у точки стояния начального звукоприемника ставят на линейке риску. Затем, не смещая верхнего угла миллиметровой линейки, поворачивают ее последовательно до точек стояния остальных звукоприемников и отсчитывают по линейке разности расстояний в миллиметрах. Напомним, что если данный звукоприемник, например второй, лежит дальше начального, берут разность со знаком минус и, если данный звукоприемник ближе начального, берут разность со знаком плюс. Знак плюс у разности расстояний означает, что запись данного звукоприемника должна лежать правее записи начального звукоприемника, и знак минус — левее записи начального звукоприемника.

Определив разности расстояний в миллиметрах, переводят их в отрезки ленты $\tau_л$. Покончив с правой точкой, устанавливают линейку у точки *к* и против точки начального звукоприемника также ставят на линейке риску. Затем снова, повернув линейку, снимают разности расстояний в миллиметрах и переводят их в отрезки ленты $\tau_л$.

Разности расстояний, полученные в миллиметрах, переводят в отрезки $\tau_л$, выражаемые в сантиметрах, по формуле

$$\tau_л = \frac{r}{C} Vq, \qquad (4)$$

где r — разность расстояний в миллиметрах;
q — коэфициент, соответствующий масштабу планшета;
V — скорость движения ленты.

При масштабе планшета 1:25000 одному миллиметру соответствует 25 *м*, поэтому $q = 25$ *м* в 1 *мм*. При $r = 1$ *мм*, $C = 333{,}3$ *м/сек*, $V = 100$ *мм/сек* и $q = 25$ *м/мм* получаем $\tau_л = 7{,}5$ *мм*.

Принимая среднее значение скорости звука при работе в зимних условиях $C = 325$ *м*, можно считать, что 1 *мм* будет соответствовать 8 *мм* ленты. При работе в летних условиях, полагая среднюю скорость звука $C = 340$ *м/сек*, можно считать, что 1 *мм* планшета будет соответствовать 7 *мм* ленты. С достаточной для практики точностью можно отрезки ленты брать в сантиметрах, и тогда полученные разности в миллиметрах планшета надо умножить на 0,8 или на 0,7. Вычисление разностей в отрезках ленты лучше производить по бланку, форма которого дается ниже.

БЛАНК
НАСТРОЙКИ ДЕШИФРАТОРА ПРИ ПОМОЩИ МИЛЛИМЕТРОВОЙ ЛИНЕЙКИ

№ звукоприемника	Точка *к*		Точка *б*	
	$Д_н - Д_i$	$\tau_л$ в *см* $0{,}7\,(Д_н - Д_i)$	$Д_н - Д_i$	$\tau_л$ в *см* $0{,}7\,(Д_н - Д_i)$
1	2	3	4	5
Предупредитель	+44	+31	+48	+34
6	—6	—4	—14	—10
5	—3	—2	—7	—5
4	—2	—1	—3	—2
3	0	0	0	0
2	—4	—3	+4	+3
1	—4	—3	+10	+7

В бланке в графе 1 даны номера звукоприемников, сверху которых указан предупредитель; в графе 2 — разности расстояний для точки *к* между дальностями до начального звукоприемника $Д_н$ и до остальных $Д_i$ в миллиметрах; в графе 3 — отрезки лент $\tau_л$ в сантиметрах; в графе 4 — разности в миллиметрах для точки *б* и в графе 5 — отрезки $\tau_л$ в сантиметрах.

При работе на карте масштаба 1:50000 разности расстояний в миллиметрах умножают при работе летом и зимой на 1,5, а при работе с помощью планшетной линейки в одном малом делении полагают 2 *см*.

Настройка дешифратора

Расстановку движков на дешифраторе называют „настройкой" его. Перед работой дешифратор берут крючками к себе, все движки сдвигают вправо или влево и выбирают начальную точку на струне начального звукоприемника. Точку эту выбирают с таким расчетом, чтобы все движки могли расположиться на струнах согласно величинам $\tau_л$, а именно: начальную точку выбирают влево от правого конца струн на расстоянии, равном наибольшей положительной величине $\tau_л$. В нашем случае без учета движка предупредителя за начальную точку следует брать точку на струне третьего звукоприемника, на удалении 7 *см* от правого конца струны, а с учетом метки предупредителя — на удалении 34 *см*. Начальную точку лучше брать на линии, соответствующей целым пяткам или десяткам сантиметров, которые отмечены на дешифраторе соответственно черными или красными линиями, т. е. в нашем примере на расстоянии 10 *см* от правого конца струны без учета метки предупредителя и на расстоянии 40 *см* с учетом метки предупредителя.

Установив движки начального звукоприемника правее и левее начальной точки, примерно в 5 *мм* от нее, устанавливают движки остальных звукоприемников. Движки устанавливают на каждой струне в отдельности. Сначала устанавливают левый, а затем правый движок этой же струны, начиная со струны первого звукоприемника (или наоборот). После этого в том же порядке последовательно устанавливают движки на остальных струнах.

Посмотрим, как производится установка движков согласно данным величинам $\tau_л$, записанным выше, в бланке для настройки дешифратора.

В соответствии с расчетными данными бланка левый движок первой струны, отвечающий записи точки *к*, поставим левее начальной точки (вертикальной линии, про-

ходящей через нее) на удалении, равном 3 *см*, а движок, отвечающий записи точки *б*, поставим правее начальной точки на удалении, равном 7 *см*; при этом левый движок поставим красной меткой кверху, а правый — белой (рис. 114). Подобным же образом, согласно записям бланка, устанавливаем движки на других струнах. Следует иметь в виду, что при запуске регистрирующего прибора разведчиком поста предупреждения на звук метка предупредителя на ленте получается с запозданием примерно на 0,2 секунды. Следовательно, движки предупредителя надо ставить на **2** *см* левее рассчитанных.

Если звукоприемники включены с пропуском какого-либо пера, то при установке движков соответствующая струна пропускается, или, например, если третий звукоприемник включен в цепь катушки четвертого пера, а четвертый в цепь катушки пятого пера, то движки соответственно для третьего звукоприемника устанавливаем на четвертой снизу струне, а для четвертого звукоприемника — на пятой струне снизу и т. д.

Для проверки величины окон надо знать, что величина окна равна алгебраической разности между отрезками лент $\tau_л$ по точке *б* и точке *к* на линии данного пера, например (см. бланк для настройки дешифратора), величина окна на первом пере будет $+7-(-3)=10$ *см*, на втором пере $+3-(-3)=6$ *см* и т. д.

При расчете отрезков ленты $\tau_л$ ветер обычно принимается равным нулю.

§ 4. ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ДЕШИФРИРОВАНИЯ ЛЕНТ

На дешифратор должны поступить куски лент длиной не менее 1,5 *м*, так как короткие ленты неудобны при работе. При нарезке кусков ленты необходимо следить за тем, чтобы записи одной какой-либо системы не оказались на разных кусках. Отрезанные куски ленты заправляют в дешифратор, для чего настроенный дешифратор кладут крючками к себе, открывают крышку, закладывают ленту записью камертонного пера кверху в паз основания дешифратора и закрывают крышку.

При заправке ленты в дешифратор ее кладут таким образом, чтобы правая крайняя запись начального звукоприемника была посредине между движками струны начального пера. Уложив ленту таким образом, просматривают все окна дешифратора. При просмотре может оказаться, что записи попали не во все окна, а только в некоторые из них. Это означает, что запись начального звукоприемника не принадлежит к интересующей нас системе. Например, если положить ленту так, что правая

крайняя запись начального звукоприемника окажется в окне начальных движков (рис. 116), то на линии второго и четвертого перьев записей в окнах не будет, следовательно, запись третьего пера не принадлежит к системе записей заданного разведучастка.

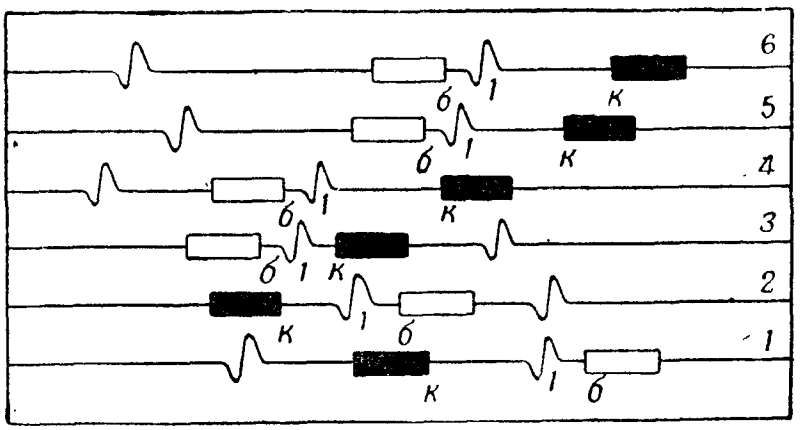


Рис. 116. Записи в окнах второго и четвертого перьев отсутствуют

Затем продвигают ленту вправо до тех пор, пока следующая запись начального пера не покажется в окне начальных движков. Продвижение останавливают и снова просматривают все окна. Предположим, что на этот раз в каждое окно

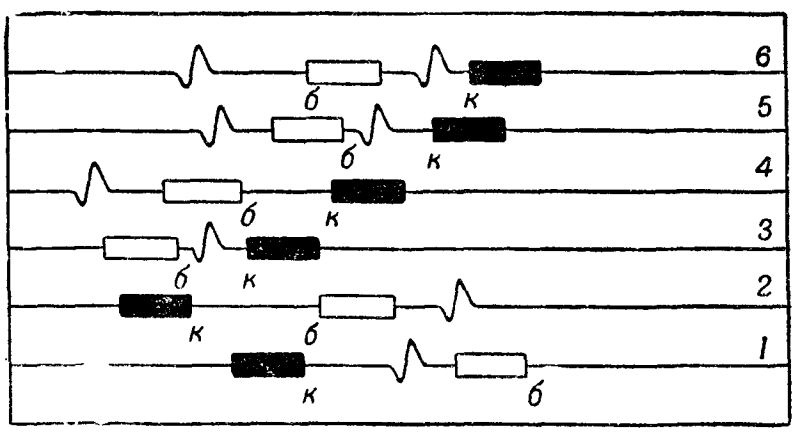


Рис. 117. Во все окна дешифратора попало по одной записи

попало по одной записи (рис. 117). В таком случае мы можем предположить, что эти записи принадлежат к интересующей нас системе. В этом случае все записи данной системы отмечаются цифрой 1 (рис. 117). После этого находят на ленте следующую запись начального пера и, быстро передвигая ленту вправо, устанавливают эту запись в окно начального звукоприемника и снова смотрят, во

всех ли окнах имеются записи. Если записи попали во все окна, отмечают их цифрой 2. Записи следующей системы будут отмечаться цифрами 3 и т. д., как это показано на рис. 102. Таким образом, записи каждой системы в отдельности будут отмечены порядковыми номерами данной системы. Но эти порядковые номера ничего общего с номером цели не имеют, их ставят для того, чтобы показать порядок выявленных систем; кроме того, снимающий отсчеты по этим номерам определяет, какие записи относятся к той или иной системе (звуковой волне). При на-

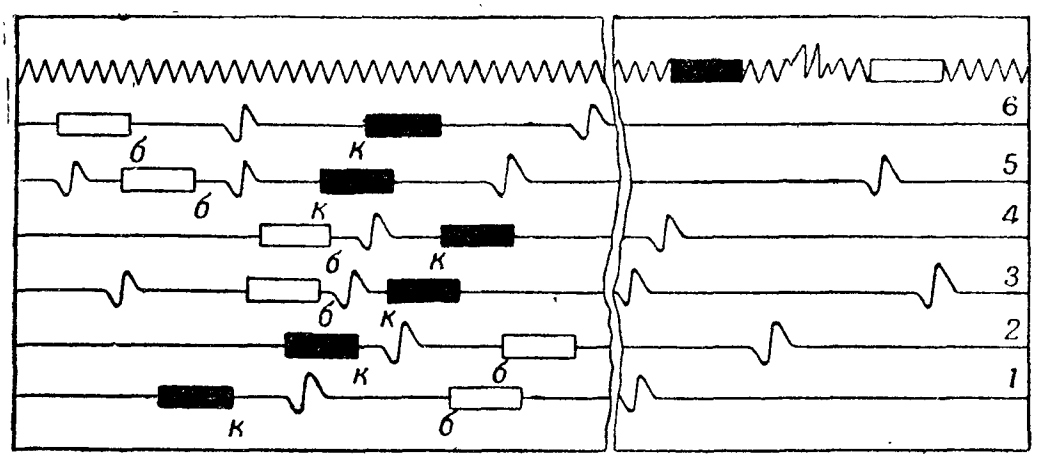


Рис. 118. Записи цели и отметка предупредителя встали в окна дешифратора

личии меток от предупредителя дешифровщик смотрит, попали ли эти метки в окно предупредителя. Если все записи какой-либо системы попали в окна дешифратора и, кроме того, метка предупредителя также попала в свое окно (рис. 118), то это создает большую уверенность в достоверности этой системы[1].

Все сказанное относится к тем случаям, когда в окна попадает по одной только записи. Но в боевой работе в каждое окно может попасть не одна запись, а две, три и более, и только одна из них может принадлежать к данной системе. В этих случаях дешифровщику нужно работать особенно четко. Он должен принять во внимание и использовать все сведения о цели, все признаки, по которым можно ту или иную запись отнести к той или иной системе.

Необходимо принять во внимание сведения с поста предупреждения и метку предупредителя; проверить расположение систем записей в окнах, посмотреть, прибли-

[1] Метки предупредителя должны приниматься во внимание только в том случае, если запуск произведен по звуку, так как при запуске по блеску метка эта находится далеко от записей данной системы.

жаются ли они к записям белой или красной точки; учесть правило знаков и величины отсчета; принять во внимание интервалы между записями орудий при стрельбе батареей и характер самих записей и, наконец, использовать пружинки на струнах дешифратора.

Использование сведений с поста предупреждения

При дешифрировании лент сведения с поста предупреждения являются одним из основных элементов, облегчающих работу дешифровщиков. Особенно существенную помощь в работе дешифровщика оказывают сведения с поста предупреждения в условиях оживленной деятельности артиллерии как своей, так и противника. Разведчик поста предупреждения, ведя „слуховую" и „зрительную"

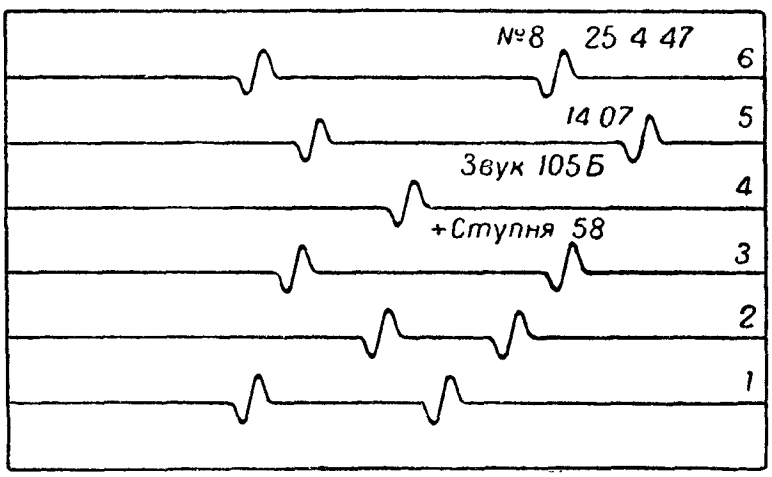


Рис. 119. Запись на ленте согласно сведениям от предупредителя

разведку с целью наблюдения за районом группировки артиллерии противника, запускает регистрирующий прибор по звуку или по блеску выстрелов орудий (минометов) противника и одновременно сообщает по телефону характерные сведения о цели, которые записываются на боевой ленте (рис. 119).

Из рис. 119 видно, что получена лента № 8 25 апреля 1947 г. в 14 час. 07 мин., запуск произведен по звуку; вела огонь 105-*мм* батарея, расположенная дальше рощи „Ступня", буссоль направления 58-00. При виде блеска выстрела пост предупреждения сообщает дальность до цели, определяемую по секундомеру. Имея сведения с поста предупреждения о примерном местоположении цели, можно предположить, в каком порядке будут расположены записи этой цели. При пользовании меткой предупредителя надо помнить, что метка эта на записи камертонного пера может

находиться на различном удалении от записей искомой цели, все будет зависеть от того, как был запущен регистрирующий прибор: по звуку или по блеску выстрелов. При запуске по звуку метка должна быть смещена примерно на 2 *см* влево относительно рассчитанных установок для движков. При запуске по блеску метка будет далеко вправо, поэтому предупредитель обязательно должен сообщать, как был запущен прибор — по звуку или по блеску выстрелов. Например, если цель находится на удалении 4 *км* от поста предупреждения, то при $C = 333{,}3$ *м/сек* звук пройдет 4 *км* за 12 секунд, следовательно, метка будет впереди более чем на 120 *см* от записей звукоприемников.

Использование закономерности расположения записей систем в окнах

При изучении рис. 108, 109 нетрудно заметить, что записи целей, лежащих на линии *б*—*к*, получаются тем ближе к записям точек *б* или *к*, чем ближе к этим точкам находится цель (см., например, записи точки *е* на рис. 109, которая на рис. 108 лежит ближе к точке *б*). Этому закону подчиняются не только записи целей, расположенных на линии *б*—*к*, но и записи целей, расположенных сравнительно недалеко от этой линии. Практически можно считать, что этому закону будут подчиняться записи целей, лежащих в горизонтально вытянутом эллипсе, как это показано на рис. 120. Записи же целей, лежащих в вертикально вытянутом эллипсе, будут подчиняться несколько другому закону. В данном случае записи точек, лежащих в верхней части эллипса, будут находиться на линии первого и второго перьев, ближе к записям точки *б* (см. записи точки *в* на рис. 109, которая на рис. 108 лежит вверху разведучастка), а на линии пятого и шестого перьев — ближе к записям точки *к*, т. е. записи как бы смещаются вправо. Записи целей, лежащих в нижней части эллипса (см. запись точки *а* на рис. 109), смещаются как бы влево. Проследим это положение для записей точки *в*. Точки *б* и *в* разведучастка лежат на одной прямой, проведенной из центра правой базы, а значит, и записи точки *в* на линии первого и второго перьев будут близко находиться к записям точки *б*, но точка *в* лежит на той же прямой, где и точка *к*, значит, записи точки *в* на линии пятого и шестого перьев будут близко находиться к записям точки *к*. Подобным же образом можно проследить расположение записей и точки *а* относительно записей точек *б* и *к*.

При получении сведений от предупредителя о примерном местоположении цели, зная закономерность располо-

жения записей относительно записей точек *б* и *к*, можно будет предусмотреть, как же будут располагаться записи

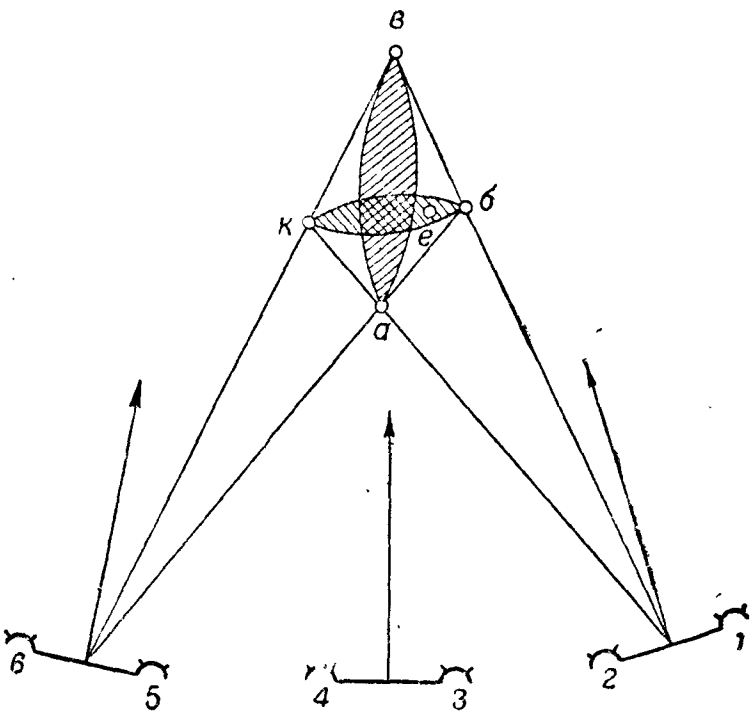


Рис. 120. Цели, расположенные в горизонтально и вертикально вытянутых эллипсах, дают записи, расположенные в определенном порядке относительно записей точек *б* и *к*

данной цели относительно записей этих точек. Если, например, по данным предупредителя цель будет находиться недалеко от точки *б*, значит записи ее на линии всех перьев будут ближе к записям точки *б* и т. д.

Использование величины и знака отсчетов

Перед дешифрированием лент необходимо хорошо изучить расположение движков на дешифраторе, обращая особое внимание на величину и знак отсчетов по каждой крайней точке разведучастка с каждой акустической базы. Дешифровщик должен учесть, в каком положении находится разведучасток относительно директрисы. Если директриса проходит через разведучасток (рис. 110), то отсчеты по целям данного разведучастка с этой базы могут быть положительные и отрицательные, но абсолютная величина их должна быть всегда меньше величины отсчетов той фланговой точки разведучастка, которая лежит с данной целью по одну сторону от директрисы, и если разведучасток лежит по одну какую-либо сторону от директрисы, то величина отсчетов по целям этого разведучастка должна быть больше отсчета одной фланговой

точки разведучастка и меньше отсчета другой фланговой точки; знаки отсчетов по цели в этом случае должны быть такие же, как и знаки отсчетов по фланговым точкам разведучастка. Величину и знак отсчета по крайним точкам можно определить по расположению движков на дешифраторе. Например, если посмотреть на расположение движков, как это показано на рис. 121, то увидим, что отсчеты по крайним точкам с правой и средней баз отрицательные, а с левой базы для точки *б* положительные и для точки *к* отрицательные. Следовательно, и отсчеты по любой точке

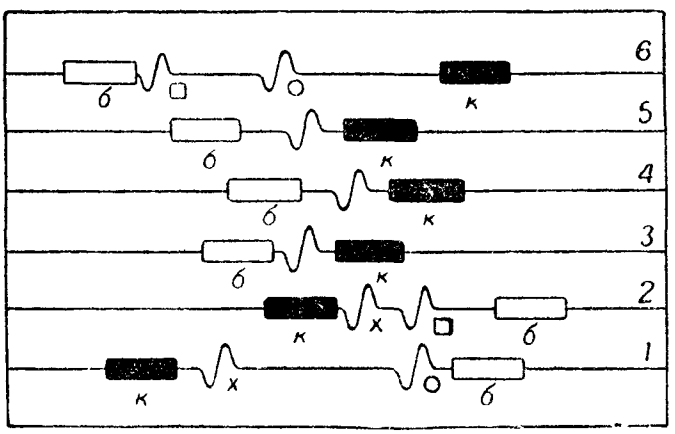


Рис. 121. Схема выявления записей какой-либо волны по величине и знаку отсчета

заданного разведучастка также с первой и второй баз будут отрицательными, а с третьей базы могут быть отрицательными и положительными.

На рис. 121 в окнах на линии первого, второго и шестого перьев дано по две записи; пользуясь правилом величины и знаков отсчетов, требуется определить записи, относящиеся к системе данного разведучастка.

Изучая расположение движков на дешифраторе (рис. 121) мы видим, что разведучасток лежит по левую сторону от директрис правой и средних баз и по обе стороны от директрисы левой базы. Применяя правило величин отсчетов для записей правой базы, можем сказать, что запись второго пера, отмеченная квадратиком, и запись первого пера, отмеченная кружочком, не могут одновременно принадлежать к интересующей нас системе. Отрезок ленты (отсчет), заключенный между ними, меньше отрезков между внутренними срезами движков точек *к* и *б*. (меньше отсчетов точек *к* и *б*). Согласно тому же правилу запись второго пера, отмеченная квадратиком, и запись первого пера, отмеченная крестиком, также не могут входить в систему, так как отрезок ленты, заключенный между ними, больше отрез-

ков между внутренними срезами движков точек *к* и *б*. Отсчет же по цели данного разведучастка должен быть меньше отсчета точки *к* и больше отсчета точки *б*. Применяя правило знаков, следует сказать, что запись второго пера, отмеченная крестиком, и запись первого пера, отмеченная кружочком, не могут являться одновременно записями интересующей нас системы, так как в своем сочетании они дают отсчет положительный, отсчеты же точек *б* и *к* являются отсчетами отрицательными, и только записи, отмеченные на линии первого и второго перьев крестиками, удовлетворяют обоим правилам (величине и знаку отсчета) и поэтому должны входить в интересующую нас систему. Отсчет, снятый по этим записям, будет отрицательным и по своей величине больше отсчета точки *б* и меньше отсчета точки *к*.

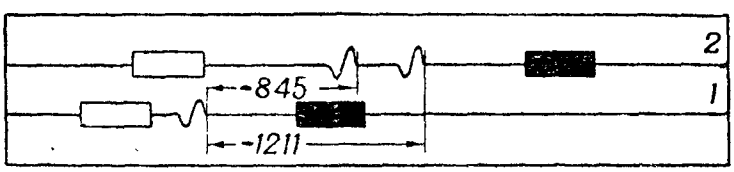


Рис. 122. Обе записи на линии второго пера включаются в данную систему

Подобным же образом можно найти записи, входящие в систему на линии шестого пера. Запись, отмеченная квадратиком, не может входить в систему записей данного разведучастка, потому что в сочетании с записью пятого пера получаем величину отсчета больше величины отсчета точки *б*, лежащей с ней по одну сторону от директрисы, и только запись, отмеченная кружком, может входить в систему записей заданного разведучастка.

Возьмем еще такой случай. Пусть на линии второго пера (рис. 122) имеются две записи. Оба отсчета, снятые между записью первого пера и обеими записями второго пера, подходят под правило знаков и правило величин отсчетов. В данный момент никаких других сведений о цели, кроме этих записей, нет. В этих условиях поступают так, что обе записи на линии второго пера относят к данной системе и для правой базы получают два отсчета, один $\tau = -845$ и другой $\tau = -1211$. Эти два отсчета так и записывают в бланк для снимающего отсчеты (бланк снимающего отсчеты приведен в § 10 настоящей главы). А так как по каждой цели берется не менее трех-четырех отсчетов, то при получении последующих отсчетов по той же самой цели, очевидно, ложный отсчет отсеется, как неповторяющийся.

Использование интервалов между записями при стрельбе батареей

При стрельбе батареей записи на линии каждого пера от каждого орудия (батареи) располагаются на одних и тех же интервалах. Если мы рассмотрим рис. 123, то увидим, что интервалы между записями выстрелов первого и второго орудия равны примерно 4 *см*, а между записями выстрелов второго и третьего орудия — 3 *см*. Принимая во внимание эти интервалы и сравнивая их между собой на линии каждого пера, можно довольно быстро найти системы записей всех орудий данной батареи.

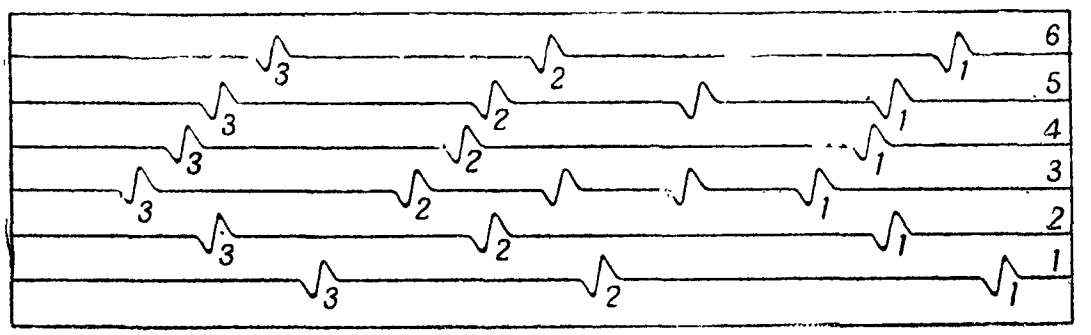


Рис. 123. Лента с записями, полученная при стрельбе трехорудийной батареи

Действительно, записи на рис. 123, не отмеченные цифрами, не принадлежат к орудиям данной батареи, так как интервалы между этими записями и любой другой записью на линии одного и того же пера не равны 4 *см*.

Кроме того, по числу записей, имеющих одинаковые интервалы на линии каждого пера, можно судить также о числе орудий на данной огневой позиции, т. е. в данной батарее.

Из рис. 123 видно, что на данной огневой позиции находится три орудия.

Использование характера записей

При дешифрировании лент необходимо учитывать характер записей, их амплитуды, количество и качество вершин и т. д. Если звукоприемники находятся в одинаковых условиях работы, то характер записей выстрелов или разрывов снарядов одних и тех же орудий будет примерно одинаковый.

Для лучшего учета характера записей дешифровщики должны хорошо изучить типичные записи дульных, баллистических волн и волн разрывов снарядов, получаемые в данных конкретных условиях работы. Записи дульных и

балистических волн своих орудий опознаются по их амплитудам. Обычно амплитуды этих записей велики. Так же опознаются и записи разрывов снарядов противника.

Использование пружинок на дешифраторе

В сомнительных случаях дешифровщик может использовать пружинки на струнах дешифратора. Если при дешифрировании в одно или в некоторые окна встанет по несколько записей, то он должен расставить пружинки их против каждой записи в данном окне. При последующих остановках ленты ложные записи не встанут против расставленных пружинок и тем самым будут отсеяны.

Для одновременной отметки нескольких записей пружинки лучше иметь окрашенными в разные цвета.

§ 5. ОСОБЕННОСТИ ПОДГОТОВКИ ЛЕНТЫ-ДЕШИФРАТОРА И РАБОТА С НЕЙ

Подготовка ленты-дешифратора заключается в:

— расчете расположения начал записей в системах по двум крайним точкам;

— отметке начал записей на ленте и

— вырезке окон согласно этим отметкам.

Перед отметкой начал записей предварительно проводят на ленте семь прямых линий, по количеству перьев пишущего механизма, или же протягивают ленту через пишущий механизм, в результате чего получается семь линий на ней.

Расчет расположения начал записей в системах производится так же, как и при работе со струнным дешифратором.

Для вырезки окон укладывают ленту на деревянную дощечку и острым ножом или лезвием безопасной бритвы вырезают окна между отметками начал записей на линии каждого пера. Ширина окон около 8—10 *см*. На линии начального пера также вырезают небольшое окно по 5 *мм* в обе стороны от начальной точки.

При дешифрировании лент при помощи ленты-дешифратора ее накладывают на боевую ленту и перемещают вдоль нее. Вместо отметок записей пружинками, как это делают при дешифрировании при помощи струнного дешифратора, можно делать отметки карандашом на срезах окон. Остальные практические приемы те же, что и при работе со струнным дешифратором.

При наличии нескольких разведучастков подготавливают ленты-дешифраторы для каждого из них.

В заключение следует сказать, что основным достоинством ленты-дешифратора (струнного дешифратора) является то, что при помощи ее можно расшифровать довольно сложные ленты, т. е. с большим сравнительно числом записей на них.

Недостатком струнного дешифратора по сравнению с лентой-дешифратором является то, что он имеет большие размеры, вследствие чего с ним очень неудобно работать в землянках и окопах.

§ 6. СХЕМА РАЗВЕДУЧАСТКОВ

При наличии свободного времени заранее подготовляется ряд лент-дешифраторов для различных разведучастков. С этой целью вычерчивают схему разведучастков (рис. 124). Для вычерчивания этой схемы наносят на планшет точки стояния звуковых постов и отмечают центры баз (точки *О*). На удалении около 7 *км* от центра геометрической базы проводят линию, примерно параллельную линии расположения звуковых постов, и делят ее на отрезки порядка 1000 *м* каждый. На рис. 124 в качестве такой линии использована линия километровой сетки. Через отмеченные точки проводят из центров крайних баз прямые линии через всю глубину полосы разведки. Ниже переднего края противника линии можно не проводить; на рис. 124 эта часть линий отмечена пунктиром. При вычерчивании подобным образом схемы разведучастков размеры их по фронту получаются около 1-50. Разведучастки занумеровываются справа налево и снизу вверх. На рис. 124 получилось пятнадцать разведучастков.

Соответственно полученным разведучасткам подготовляют ленты-дешифраторы. В зависимости от наличия времени их подготовляют для всех разведучастков или же для наиболее важных из них, например, для районов особого внимания. В тех случаях, когда ленты подготовлены заранее, на обработку лент затрачивается значительно меньше времени.

Один экземпляр схемы разведучастков (на восковке) можно передать на пост предупреждения. Имея на посту такую схему, ориентированную на местности, предупредитель при засечке цели может сообщать на центральный пункт номер разведучастка, в котором, по его сведениям, находится цель. Согласно этим сведениям на центральном посту берут заготовленную ленту-дешифратор, соответствующую данному разведучастку, и при помощи ее производят дешифрирование.

Подобного рода схему разведучастков можно использовать и непосредственно для дешифрирования лент. Для

этого сверху, против каждого направления, надписываются отсчеты с крайних или со всех баз. Чтобы не затемнять чертежа, на рис. 124 отсчеты со средней базы не проставлены. По получении сведений от предупредителя

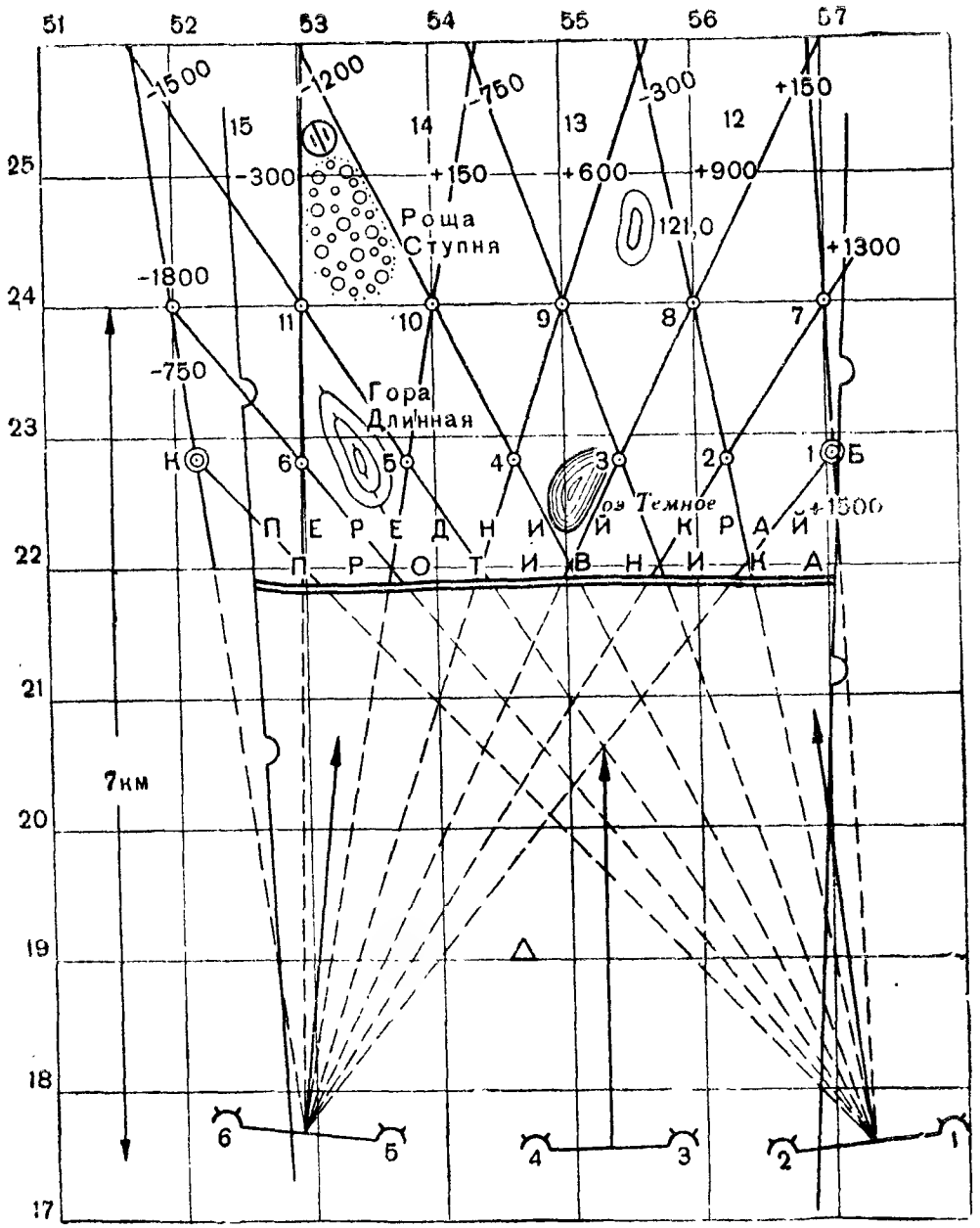


Рис. 124. Схема разведывательных участков с указанными величинами отсчетов с крайних баз

относительно того, в каком разведучастке находится засекаемая цель, дешифровщик по схеме сразу же может определить, какой примерно величины отсчеты по данной цели должны получиться и, следовательно, какой величины будут отрезки $\tau_л$ для каждой базы. Например, если предупредитель указал, что цель ведет огонь из-за рощи

„Ступня", которая находится на рис. 124 вверху разведучастка № 10, то по этой цели отсчеты с правой базы должны быть около —1200 и с левой около —300. При достаточной тренировке дешифровщика таких сведений часто бывает достаточно для того, чтобы найти записи интересующей нас системы (цели).

§ 7. ДЕШИФРИРОВАНИЕ ЛЕНТ С ПОМОЩЬЮ ГРАФИКОВ

При отсутствии достаточного времени на подготовку ленты-дешифратора дешифрирование можно производить с помощью графиков систем записей, вычерченных на восковке или на куске ленты, взятой с регистрирующего прибора (см. рис. 102 и 109).

Расчет расположения записей для построения графиков производится так же, как и при работе с помощью струнного дешифратора. При работе с помощью графиков рассчитывают и наносят записи на ленту или для одной какой-либо точки (предполагаемой цели или по центру района особого внимания) или же для ряда точек.

Дешифрирование производят путем сравнения расположения записей на лентах с расположением их на графиках, используя при этом все те указания, которые были даны в § 4 настоящей главы, т. е. используя сведения от предупредителя, величину и знак отсчета, характер записей и т. д.

Дешифрирование с помощью графиков имеет тот недостаток, что графики дают только примерное расположение записей данной цели и чем дальше будет находиться цель от точки, по которой рассчитан график, тем больше будет отличаться порядок записей в нем от порядка записей данной цели. Поэтому при дешифрировании с помощью графиков удовлетворительные результаты получаются только при сравнительно небольшом числе записей на ленте и при продолжительной тренировке дешифровщиков.

Преимущество графиков по сравнению с лентой-дешифратором заключается в том, что на подготовку графиков требуется времени несколько меньше, чем на подготовку ленты-дешифратора.

Графики также заготовляются заранее. Для этого всю полосу разведки разбивают по глубине на ряд полос, до 3 *км* каждая. В каждой такой полосе намечают точки, примерно через 1—2 *км* по фронту, и для каждой точки рассчитывают расположение записей на ленте, а затем, согласно этим расчетам, строят графики.

На рис. 125 даны графики, рассчитанные по трем правым точкам разведучастков № 7, 9 и 11 (рис. 124).

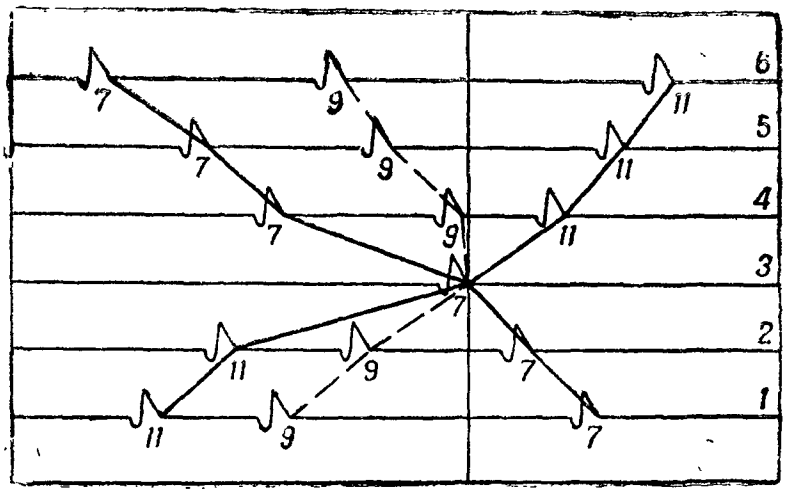


Рис. 125. Графики систем по правым точкам разведучастков *7*, *9* и *11* рис. 124

§ 8. ДЕШИФРИРОВАНИЕ ЛЕНТ С ПОМОЩЬЮ ШАБЛОНОВ

Шаблоном является каждая полученная боевая лента с выявленной системой записи по какой-либо цели. Такие шаблоны лент применяются для выявления систем записей ранее обнаруженных целей. При наличии на такой ленте других записей можно записи данной системы скопировать на кусок ленты, взятой с регистрирующего прибора. На такой кусок ленты можно нанести записи одной, двух и более систем, отмечая их какими-либо знаками.

Шаблонами лент при дешифрировании пользуются так же, как и графиками. Но только графики вычерчиваются по предполагаемым целям, в то время как шаблоны получаются по действительным целям, с присущим им характером записей. Поэтому при дешифрировании лент по шаблонам используют порядок записей в системе и характер записей.

В сомнительных случаях накладывают шаблон на боевую ленту так, чтобы записи на шаблоне примерно совпали с записями на боевой ленте, и обе ленты просвечивают. Затем при просмотре на просвет путем более точного совмещения записей на обеих лентах уточняют вопрос о принадлежности записей на боевой ленте к данной системе.

Расхождение между началами записей одной и той же цели не должно превышать нескольких миллиметров, если метеорологические условия за промежуток времени между получением шаблона и получением данной боевой ленты изменились незначительно.

Шаблоны лент используются также и при пристрелке по цели для более быстрого нахождения на ленте записей разрывов своих снарядов. Так как разрывы пристрелочных групп снарядов должны быть недалеко от цели, то порядок расположения записей от разрывов и характер их должны быть близки к порядку и характеру записей по пристреливаемой цели. Если метеорологические элементы за промежуток времени между засечкой цели и пристрелкой по ней изменились не более, как это указано на стр. 228, то совпадение записей на шаблоне с записями по разрывам будет свидетельствовать о том, что разрывы происходят у цели.

§ 9. ДЕШИФРИРОВАНИЕ ЛЕНТ В ПЕРИОД ИНТЕНСИВНОЙ СТРЕЛЬБЫ

В периоды большого оживления артиллерии, например, в период артиллерийской подготовки атаки (нашей или противника) на ленте получается так много записей, что выбрать на ней какие-либо системы не представляется

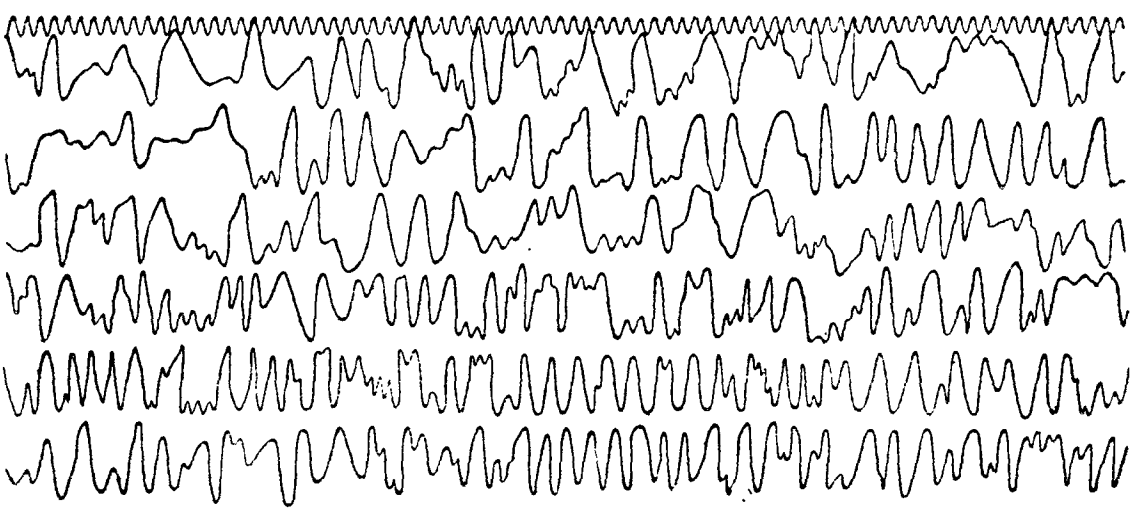


Рис. 126. Лента, полученная в период артиллерийской подготовки

возможным (см., например, кусок ленты на рис. 126, полученный при одной из артиллерийских подготовок осенью 1943 г. на Ленинградском фронте). Но тем не менее в периоды огневых налетов противника довольно хорошо „ловятся" орудия и батареи, выскакивающие вперед по времени и отстающие после прекращения огня. Например, если какая-то артиллерийская группа открыла огонь ровно в 10 час. 10 мин., но одна из батарей открыла огонь несколько раньше — в 10 час. 9 мин. 15 сек., этого вполне достаточно, чтобы обнаружить на ленте систему записей данной батареи. Задача предупредителя в этих случаях заключается в том, чтобы своевременно запустить стан-

цию на выстрелы этой батареи. Та же картина примерно получается и при окончании огневого налета, когда отдельные орудия (батареи) запаздывают с прекращением огня. Нередко удается засекать батареи противника и в те редкие периоды затишья, которые иногда бывают во время артиллерийской подготовки.

§ 10. ГРУППИРОВАНИЕ ОТСЧЕТОВ

Отдешифрированная лента с отметками записей систем (см. рис. 102) поступает для снятия с нее отсчетов. Порядок снятия отсчетов изложен в главе V. Отсчеты, снимаемые с лент, на которых хорошо заметны записи отдельных целей, записываются непосредственно в бланк обработки отсчетов. При наличии „сложных" лент, с большим числом записей, снятые отсчеты переписываются предварительно с ленты в бланк снимающего отсчеты, по записям которого и производится группирование отсчетов. Группирование отсчетов сводится к тому, что из всех отсчетов, снятых с одной или нескольких лент, выбирают или, как говорят, группируют отсчеты, относящиеся к отдельным целям. При этом по каждой цели, как правило, группируют не менее 3—4 отсчетов с каждой базы. Только при наличии такого числа отсчетов с каждой базы можно считать, что цель засечена надежно.

При записи отсчетов в бланк в левый столбец заносится время действия цели. Время берется согласно записи на ленте. Отсчеты при группировании относят к одной и той же цели, если они с каждой базы одинаковы по знаку и незначительно отличаются по величине. Если цель находится в одной точке, например, отдельное орудие, то разброс в отсчетах при наличии хороших начал записей получается до 20 тысячных секунды. Под разбросом будем подразумевать разность в отсчетах между крайними значениями их. Например, по какой-то цели с правой базы получили: 567, 575, 560 и 580, значит разброс будет 20 тысячных секунды.

При стрельбе батареей разброс получается порядка 50—60 тысячных секунды. Разброс в этом случае обусловливается главным образом величиной фронта батареи. Например, если между крайними орудиями батареи будет 80 *м* и левое орудие будет находиться на директрисе, то по правому орудию батареи при дальности $Д = 5$ *км* угол α будет 0-16 делений угломера. Если взять базу во времени T, равную 3 секундам, то отсчет по правому орудию будет равен 45 тысячным секунды, так как $\sin\alpha = \frac{\tau}{T}$, откуда $\tau = T \cdot \sin\alpha$ при $\alpha = 0\text{-}16$ $\sin\alpha = 0{,}015$ и $\tau = 3 \cdot 0{,}015 =$

= 45 тысячным секунды. Если принять во внимание разброс вследствие быстрых изменений метеорологических элементов и ошибки снятия отсчетов, то общая величина разброса по данной батарее будет доходить до 50—60 тысячных секунды.

Таким образом, если разброс получается порядка 50—60 тысячных секунды, то отсчеты следует относить к одной цели.

Из сказанного также следует, что если отсчеты с каждой базы получаются до 20 тысячных секунды, то значит огонь ведет отдельное орудие, а если при хороших началах записей разброс получается порядка 50—60 тысячных секунды, то огонь ведет батарея.

При группировании отсчеты отдельных целей отмечаются номерами цели, как это указано в бланке снимающего отсчета. Из бланка видно, что, например, по цели № 101 получено по 8 отсчетов и по цели № 102 получено по 6 отсчетов с каждой базы. Отсчеты на лентах 4, 10 и т. д. не повторяются. При группировании могут встретиться случаи, когда на одной-двух базах отсчеты получаются одинаковыми, а на других базах они значительно отличаются между собой. Такие отсчеты группировать нельзя. Так, например, на левой и средних базах (см. в бланке снимающего отсчеты ленту № 12) получили отсчеты — 301 и 555, т. е. отсчеты по своей величине подходят к цели № 101, но на правой базе они значительно отличаются один от другого. Чтобы убедиться в достоверности отсчета с правой базы на ленте № 12, надо снова просмотреть эту ленту и проверить работу дешифровщика или же снимающего отсчеты.

В § 4 настоящей главы сказано, что если в окно дешифратора, например, в окно первого пера, попадает одна запись, а в окно второго пера попадают две записи и ни одной из них нельзя отдать предпочтение, то отсчеты снимают по одной и по другой записи, т. е. берут отсчеты между записями первого пера и одной записью второго пера и потом опять между той же записью первого пера и второй записью второго пера. Получают два отсчета и записывают их в бланк.

Подобного рода записи приведены в нашем бланке. Для правой базы на ленте № 7 по цели № 101 имеем два отсчета: один — 845 и второй — 1211. Очевидно, правильным отсчетом является первый из них, а второй снят ошибочно. То же самое видим и для цели № 102, где на ленте № 9 отсчет — 329 взят ошибочно. Из этих примеров видно, что при группировании ложные отсчеты легко обнаруживаются и во внимание не принимаются.

БЛАНК
СНИМАЮЩЕГО ОТСЧЕТА

№ ленты	Часы и минуты	Левая база ЗП „5" и „6"	Средняя база ЗП „3" и „4"	Правая база ЗП „1" и „2"	№ цели
1	10.15	—307	—587	— 856	101_1
1	10.15	—341	—551	— 830	101_2
2	10.16	—501	—689	—1200	102
3	10.18	—523	—696	—1235	102
3	10.18	—315	—590	— 858	101_1
3	10.18	—330	—560	— 840	101_2
4	10.25	+104	+171	— 415	—
5	10.27	—320	—580	— 865	101_1
6	10.30	—557	—693	—1241	102
7	10.40	—322	—582	— 845 —1211	101_1
8	10.41	—351	—550	— 833	101_2
8	10.41	—342	—546	— 839	101_2
8	10.41	—515	—663	—1208	102
9	10.50	—535	—683	—1215 — 329	102
10	10.52	+204	+ 17	— 205	—
11	10.55	—504	—671	—1241	102
12	10.57	—301	—555	—1252	—
13	11.00	—402	—	— 305	—

Снимал: (подпись)

15 июля 1943 г.

При хороших началах записей и при достаточном числе отсчетов с каждой базы имеется возможность производить группирование отсчетов по каждому орудию в отдельности. Например, в нашем случае по цели № 101 получили 8 отсчетов. Если мы внимательно рассмотрим величины отсчетов, то увидим, что отсчеты, отмеченные индексом 1, принадлежат к одному орудию данной батареи, а отсчеты, отмеченные индексом 2, к другому орудию. Разброс в отсчетах по отдельным орудиям не превышает 20 тысячных секунды, разброс же по батарее (цели № 101) доходит до 53 тысячных секунды.

При группировании отсчетов по каждому орудию в отдельности надо также определять координаты каждого орудия в отдельности, в особенности при засечке орудий крупных калибров. Отдельные орудия данной цели можно отмечать в бланке снимающего отсчеты индексами, как это сделано в нашем случае.

При плохих началах записей (при плохой слышимости, при сильном и порывистом ветре и т. п.) разброс в отсчетах и по отдельному орудию может достигать 50 и более тысячных секунды. В этом случае, в особенности при малом числе отсчетов с каждой базы, нельзя выделить отсчеты, относящиеся к отдельным орудиям, и нельзя определить причину разброса, т. е. нельзя установить, происходит ли разброс вследствие плохих начал записей или вследствие того, что ведут огонь разные орудия данной батареи. В случаях подобного рода (при разбросе порядка 40—60 тысячных секунды) для получения точных координат число отсчетов с каждой базы желательно увеличивать до 6—9.

По цели № 102 (см. бланк) получили по шести отсчетов с каждой базы с разбросом до 56 тысячных секунды.

Число отсчетов по цели № 102 невелико, поэтому в данном случае трудно выделить отсчеты каждого орудия. Определение координат целей надо вести по среднему из всех шести отсчетов.

§ 11. НАБЛЮДЕНИЕ ЗА ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ БАТАРЕЙ ПРОТИВНИКА

Роль батареи звуковой разведки не ограничивается только разведкой батарей противника и корректурой огня по ним. Батарея звуковой разведки не должна упускать из поля зрения ранее разведанные батареи. Она должна все время следить за их огневой деятельностью, должна уметь отличать кочующие орудия, взводы и батареи (ведущие огонь с различных огневых позиций) от батарей, взводов и орудий, ведущих огонь с основных огневых позиций, и

анализировать получаемые данные. В бою очень часто подавленные, но не уничтоженные батареи вновь оживают, что бывает обычно в наиболее ответственные для нас моменты, например, при атаке, бое в глубине и т. д. В этих случаях батарея звуковой разведки должна немедленно опознавать такие батареи и докладывать о них на огневую батарею или дивизион, с которым она связана.

Наблюдение за деятельностью батарей, взводов и орудий противника должно вестись на всех постах и в особенности на посту предупреждения и на пункте обработки.

Например, если вновь открыла огонь батарея из-за рощи „Ступня", разведчик с поста предупреждения должен передать: „Батарея „Ступня" снова огонь".

Определение координат повторно обнаруживаемых целей производится каждый раз по их обнаружении. Координаты цели заносятся в журнал целей и журнал наблюдений, как это указано в § 16 главы IX.

Наблюдение за кочующими орудиями, взводами и батареями („рабочими" орудиями и ложными огневыми позициями)

Выделение кочующих и рабочих орудий (взводов и батарей) и организация ложных огневых позиций производятся для того, чтобы ввести противника в заблуждение и скрыть тем самым действительное наличие и группировку своей артиллерии. С помощью кочующих орудий (взводов) обычно стремятся имитировать стрельбу батареи. Известно, что разброс отсчетов по отдельному орудию получается до 20 тысячных секунды. Разброс по трехчетырехорудийной батарее получается порядка 50—60 тысячных секунды. Вследствие этого звуковая разведка может отличать стрельбу кочующих и рабочих орудий (пристрелочных орудий) от стрельбы батарей. Кроме того, кочующие орудия выполняют определенные задачи, предусмотренные планом. Они перемещаются с позиции на позицию по определенному, чаще всего замкнутому маршруту. На каждой позиции они ведут огонь по нескольким целям, выпуская по каждой 16—20 снарядов. Кочующие орудия обычно перемещаются по дорогам, так как они должны быстро переходить с одной позиции на другую.

Батарея звуковой разведки может обнаружить огневые позиции, маршруты кочующих орудий и взводов, пользуясь величинами отсчетов и периодическим повторением стрельбы с различных, недалеко отстоящих (500—1000 *м*) друг от друга огневых позиций.

„Рабочие" орудия выставляются в стороне от основной огневой позиции в 300—400 *м* от нее.

Ложные огневые позиции обозначаются иногда подрывами с целью имитации стрельбы с них. Нам известно, что при выстрелах из орудий, имеющих начальную скорость снаряда больше скорости звука, образуется баллистическая волна. Наличие записи баллистической волны свидетельствует о том, что с данной огневой позиции ведется огонь из орудий и, кроме того, что начальная скорость снаряда этих орудий больше скорости звука[1]. Отсутствие летящих и падающих снарядов (мин) указывает на то, что звуки создаются подрывами.

§ 12. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТИПА И КАЛИБРА ОРУДИЙ И МИНОМЕТОВ

Определить тип и калибр орудия и минометов только по записям на ленте трудно и часто невозможно. Правда, по величине амплитуды можно предполагать, что одна цель имеет орудия большего калибра, чем другая. Например, если две какие-либо цели расположены недалеко одна от другой и по одной из них получили записи с большей амплитудой, чем по другой, то можно предполагать, что записи с большей амплитудой относятся к цели, имеющей орудия большего калибра. Но и такое качественное (сравнительное) определение калибра не является достаточно надежным. Действительно, такими целями могут быть, например, пушка и гаубица одного и того же калибра, так как дульная волна при стрельбе из пушки получается более мощной, чем при стрельбе из гаубицы того же калибра.

Таким образом, наряду с изучением записей необходимо использовать и все другие признаки, характеризующие данную цель, а для этого необходимо вести непрерывное наблюдение за деятельностью целей.

Весь личный состав батареи должен хорошо знать типы и калибры орудий и минометов противника и уметь по звуку (на слух) отличать стрельбу орудий от минометов и определять тип и калибр их. Весь личный состав батареи должен также уметь определять тип и калибр орудий и минометов по воронкам и неразорвавшимся снарядам и осколкам. Только путем всестороннего изучения действия цели, записей на ленте, исследования воронок, неразорвавшихся снарядов и осколков можно определить тип и калибр орудий и минометов.

---

[1] Отсутствие баллистической волны свидетельствует о том, что или ведется стрельба из орудий с начальной скоростью снаряда, меньшей скорости звука, или из минометов, или стрельба имитируется подрывами, или, наконец, о том, что звукоприемники стоят вне сектора раздельной слышимости баллистической волны.

ЗАДАЧИ К ГЛАВЕ VII

Задачи взяты из книги Апарина А. А. (см. главу V). По условиям задач требуется рассчитать расположение записей на ленте для настройки дешифратора. Масштаб планшета 1:25 000.

№ задачи[1]	№ звукового поста	X	Y	№ участка	Точка *к*		Точка *б*	
					X	Y	X	Y
1/82 $t_v = +5$ Основной звуковой пост четвертый	1	30900	17185	1	29550	07350	28550	07355
	2	89830	17520	2	26465	07370	25430	07355
	3	28110	17570	3	24235	08410	23175	08440
	4	27100	17600					
	5	25135	17605					
	6	24170	17490					
2/83 $t_v = -10°$ Основной звуковой пост третий	1	22465	06685	1	26760	16495	27775	16460
	2	23475	06545	2	24510	18510	25765	18500
	3	25395	06465	3	29680	17720	00665	17700
	4	26335	06450					
	5	28220	06450					
	6	29250	06530					
3/84 $t_v = +30°$ Основной звуковой пост четвертый	1	21715	09280	1	26390	18420	27475	18450
	2	22685	08265	2	23870	17485	25295	17505
	3	24885	08140	3	28425	16690	29215	16670
	4	26085	07830					
	5	28490	07650					
	6	29435	07800					

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ГЛАВЕ VII

1. Что такое система записей?
2. В чем заключается задача дешифрирования лент?
3. Что положено в основу геометрического метода дешифрирования лент?
4. По какой формуле рассчитывается величина $\tau_л$?
5. Что такое график системы записей?
6. Что такое разведучасток?
7. Какой знак имеют отсчеты по любой точке разведучастка, лежащего по одну сторону от директрисы и по обеим сторонам ее?
8. Каким свойством обладают фланговые точки разведучастка?
9. Какова величина отсчета по любой точке разведучастка по сравнению с величинами отсчетов по точкам *б* и *к*?
10. Что такое лента-дешифратор?
11. Каковы размеры разведучастка?
12. Как устроен струнный дешифратор?
13. Как рассчитываются установки движков на дешифраторе?
14. Как производится настройка дешифратора?
15. Что необходимо принимать во внимание для того, чтобы более быстро и надежно дешифрировать ленту?
16. Как используются сведения с поста предупреждения при дешифрировании лент?
17. Какие существуют закономерности в расположении записей относительно записей точек *б* и *к*?

---

[1] В числителе дан порядковый номер задач к главе VII, в знаменателе — номер задач из книги Апарина А. А.

18. Как используются величины и знаки отсчетов при дешифрировании лент?

19. Как используются интервалы между записями орудий при стрельбе батарей?

20. Как используется характер записей при дешифрировании лент?

21. Как используются пружинки на струнах дешифратора?

22. Какие имеются особенности в подготовке ленты-дешифратора?

23. Какие имеются преимущества и недостатки в дешифрировании с помощью ленты-дешифратора и с помощью струнного дешифратора?

24. Для чего применяется схема разведучастков?

25. Как производится дешифрирование лент с помощью графиков?

26. Какие преимущества и недостатки дешифрирования с помощью графиков?

27. Что такое шаблоны лент и как они используются?

28. Как дешифрируются ленты в период интенсивной стрельбы?

29. Для чего применяется группирование отсчетов?

30. Какой разброс получается по отдельному орудию при хороших началах записей?

31. При какой величине разброса отсчетов их следует относить к одной цели?

32. Сколько отсчетов надо иметь по цели с каждой базы для того, чтобы получить точные координаты по ней?

ОТВЕТЫ К ЗАДАЧАМ ГЛАВЫ VII

№ задачи	Ответы							
	№ участка	1		2		3		Примечание
	Точки *к* и *б*	*к*	*б*	*к*	*б*	*к*	*б*	
1/82		+18 +10 +6 0 −19 −28	+7 +22 +3 0 −14 −21	−16 −14 −3 0 −3 −4	−26 −21 −5 0 +3 +5	−42 −32 −10 0 +11 +16	−51 −39 −13 0 +17 +26	Ответы в сантиметрах
2/83		−18 −11 0 +2 −1 −4	−26 −16 0 +5 +8 +8	+2 +2 0 −4 −17 −25	−7 −4 0 −1 −8 −13	−35 −23 0 +9 +21 +26	−41 −26 0 +11 +28 +36	Ответы в сантиметрах
3/84		+9 −6 +6 0 −11 −13	−4 −16 +2 0 −4 −3	+40 +18 +14 0 −28 −36	+21 +3 +10 0 −19 −24	−24 −30 −3 0 +4 +6	−33 −36 −6 0 +10 +15	Ответы в сантиметрах

Глава VIII

ОШИБКИ ЗВУКОВОЙ РАЗВЕДКИ

§ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ТОЧНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ ЗАСЕКАЕМЫХ ЦЕЛЕЙ

Координаты целей, засекаемых звуковой разведкой, в зависимости от их точности разделяются на „точные" и „приближенные". Точность определения координат целей зависит от:

— способа работы;

— качества топографической привязки звуковых постов;

— качества записей на ленте или, вернее, от величины разброса отсчетов;

— длин акустических баз;

— углов засечки (углов при цели);

— углов α.

Способы работы звуковой разведки следующие:

— с учетом распределения метеорологических элементов по высоте;

— с учетом наземных метеорологических элементов и

— с учетом систематической ошибки.

Точные координаты получаются при работе с учетом систематической ошибки, а также с учетом распределения метеорологических элементов по высоте с соблюдением следующих условий:

— звуковые посты в обоих случаях должны быть привязаны аналитическим методом;

— число отсчетов должно быть три-четыре при хороших началах записей (при разбросе до 20 тысячных секунды) и шесть-девять при разбросе в 40—60 тысячных секунды;

— длины акустических баз должны быть 1—1,5 *км*;

— углы засечки (углы при цели) не менее 30°;

— углы α не более 30°.

Кроме того, при работе с учетом распределения метеорологических элементов по высоте условия слышимости должны быть благоприятные, основная кривая скорости звука не должна иметь перегибов, т. е. не должна иметь более одной вершины или более одной впадины.

Практика работы показывает, что при аналитическом методе привязки звукопостов точные координаты полу-

чаются и при работе с учетом наземных метеорологических данных, если дальность засечки не превышает 4—5 *км*.

При соблюдении всех указанных выше условий срединная ошибка определения координат целей будет по дальности порядка $1^0/_0 Д_з$ и по направлению порядка 4 делений угломера, где $Д_з$ — дальность до засекаемой цели от центра геометрической базы.

При неоднократном получении точных координат какой-либо цели, независимо от способа работы, за истинное значение их берется среднее значение. Например, в течение нескольких дней работы при засечке одной и той же цели получили:

$$X_1 = 18510 \qquad Y_1 = 56750$$
$$X_2 = 18550 \qquad Y_2 = 56780$$
$$X_3 = 18570 \qquad Y_3 = 56720$$
$$X_4 = 18500 \qquad Y_4 = 56700$$
$$X_5 = 18520 \qquad Y_5 = 56760$$

Истинное значение координат этой цели будет:

$$X_0 = \frac{18510 + 18550 + 18570 + 18500 + 18520}{5} = 18530;$$

$$Y_0 = \frac{56750 + 56780 + 56720 + 56700 + 56760}{5} = 56742.$$

Предположим теперь, что через некоторое время эту цель снова засекли четыре раза и получили точные координаты:

$X_1 = 18500$, $X_2 = 18515$, $X_3 = 18580$ и $X_4 = 18585$; $Y_1 = 56720$, $Y_2 = 56705$, $Y_3 = 56780$ и $Y_4 = 56800$.

В этом случае X_0 и Y_0 будут равны:

$$X_0 = \frac{18530 \times 5 + 18500 + 18515 + 18580 + 18585}{9} = 18537;$$

$$Y_0 = \frac{56742 \times 5 + 56720 + 56705 + 56780 + 56800}{9} = 56746.$$

Если координаты какой-либо цели получены разными батареями звуковой разведки, но при условии, что эти батареи дали точные координаты, например, полученные при работе с учетом систематической ошибки, то за истинное значение координат этой цели берут среднее значение их, рассчитываемое по координатам обеих батарей.

Например, первая батарея дала по четырем засечкам $X_{ср} = 18560$ и $Y_{ср} = 59780$, а вторая батарея дала по пяти засечкам $X_{ср} = 18510$ и $Y_{ср} = 59720$.

За истинные значения надо брать:

$$X_0 = \frac{18560 \times 4 + 18510 \times 5}{9} = 18532$$

и

$$Y_0 = \frac{59780 \times 4 + 59720 \times 5}{9} = 59747.$$

При числе засечек S[1] срединная ошибка определения координат целей уменьшается в $\sqrt{S}$ раз.

В приведенном выше примере цель была засечена девять раз (девять раз были определены ее координаты). Следовательно, ошибка по дальности будет $\frac{1\%\ Д}{\sqrt{9}} = 0{,}33\%\ Д_з$ и по направлению $\frac{4}{\sqrt{9}} = 1{,}3$ деления угломера.

Во всех остальных случаях работы координаты целей получаются приближенными, так как ошибки в определении этих координат значительно превышают нормы, указанные выше.

Следовательно, приближенными координатами следует считать такие, которые получены:

— при работе с учетом распределения метеорологических элементов по высоте при неблагоприятных условиях слышимости, или же когда основная кривая скорости звука имеет более одной вершины или более одной впадины (рис. 127);

— при работе с учетом наземных метеорологических элементов при дальности засечек более 4—5 *км* независимо от способов топографической привязки звуковых постов;

— при топографической привязке звуковых постов по карте независимо от способа работы;

— при всех случаях работы, когда или углы α значительно больше 30° или углы засечки значительно меньше 30°.

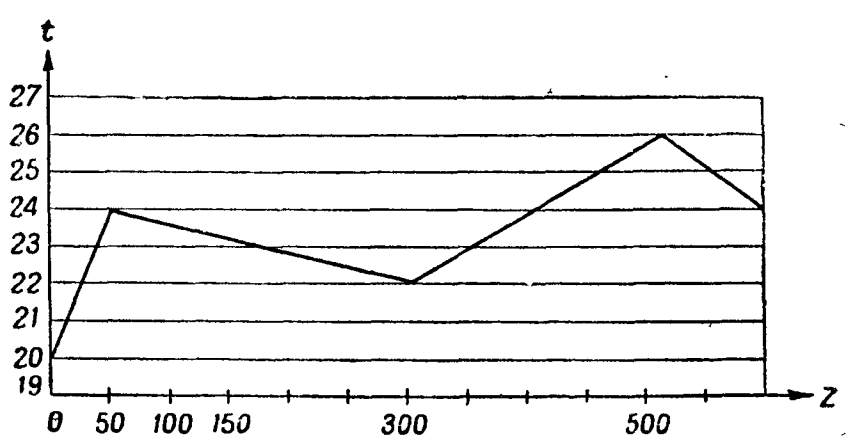


Рис. 127. Основная кривая скорости звука имеет два максимума

[1] Засечкой цели будем называть каждое отдельное определение координат ее по средним отсчетам с каждой акустической базы.

Точные координаты могут быть использованы для анализа местоположения засеченных целей и для огневого воздействия. В отличие от приближенных координат стрельба на поражение по точно засеченным целям может вестись с корректурой и без корректуры и контроля батареи звуковой разведки и через любой промежуток времени после засечки, если только цель не сменила своей огневой позиции.

Приближенные координаты могут быть использованы только для анализа группировки артиллерии противника и немедленного огневого воздействия. При этом корректура огня (контроль при переносе огня) должна осуществляться той батареей звуковой разведки, которая засекла данную цель.

§ 2. АНАЛИЗ ОШИБОК ПРИ ЗАСЕЧКЕ ЦЕЛИ, ВОЗНИКАЮЩИХ ПРИ РАБОТЕ С УЧЕТОМ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ПО ВЫСОТЕ

При работе с учетом распределения метеорологических элементов по высоте ошибки при засечке целей возникают вследствие следующих причин:

— ошибок в определении и учете метеорологических элементов;

— ошибок приборов;

— ошибок топографической привязки звуковых постов;

— ошибок обработки отсчетов и графических работ на планшете.

Ошибки при засечке цели, вызываемые ошибками в определении и учете метеорологических элементов

При определении скорости и направления ветра методом шаров-пилотов, наблюдаемых с одного пункта, ошибки в определении скорости ветра характеризуются срединной ошибкой в 1 *м/сек* и в направлении ветра в 9°, при шаропилотном наблюдении базисным методом срединные ошибки получаются соответственно равными 0,5 *м/сек* и 6°.

Ошибки в определении температуры воздуха методом радиозондирования характеризуются срединной ошибкой в 1°.

Вследствие указанных ошибок определение углов α будет характеризоваться срединной ошибкой порядка трех делений угломера при определении скорости и направления ветра шаропилотным наблюдением с одного пункта и порядка двух делений угломера при определении базисным методом.

Но кроме ошибок в определении углов, вызываемых неточным определением метеорологических элементов, приходится иметь дело еще с ошибками, вызываемыми изменениями метеорологических элементов во времени.

Встречаются различного рода изменения метеорологических элементов во времени, а именно: быстрые или мгновенные, суточные или медленные и годовые. Нас интересуют главным образом быстрые и медленные изменения (изменения средних значений).

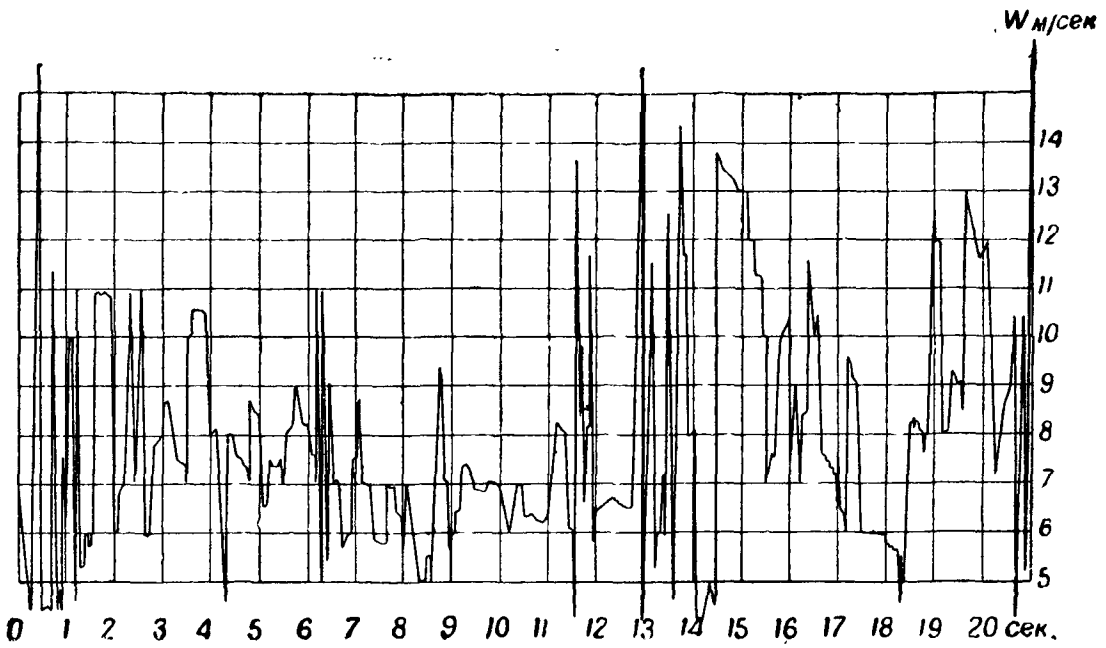


Рис. 128. Быстрые изменения скорости ветра

Для иллюстрации быстрых изменений скорости ветра на рис. 128 показан ход таких изменений.

На рис. 129 показан ход медленных изменений скорости наземного ветра и скорости ветра на высоте 300 *м*.

Из этих рисунков видно, что быстрые изменения могут происходить в течение одной или даже нескольких долей секунды, а медленные изменения — в течение нескольких десятков минут или даже в течение одного или нескольких часов.

Остановимся на ошибках при засечке цели, вызываемых быстрыми изменениями метеорологических элементов. Быстрые изменения метеорологических элементов при работе звуковой разведки учесть невозможно. Вследствие этого учитывают какие-то средние значения их, определяемые за некоторый промежуток времени. Например, при определении наземного ветра промежуток этот берут равным 5 минутам. За отсутствием учета или вследствие недостаточного учета быстрых изменений метеорологических элементов во времени и возникают ошибки при определении направления на цель, а следовательно, и при определении координат их.

В качестве примера, показывающего влияние быстрых изменений метеорологических элементов во времени, при-

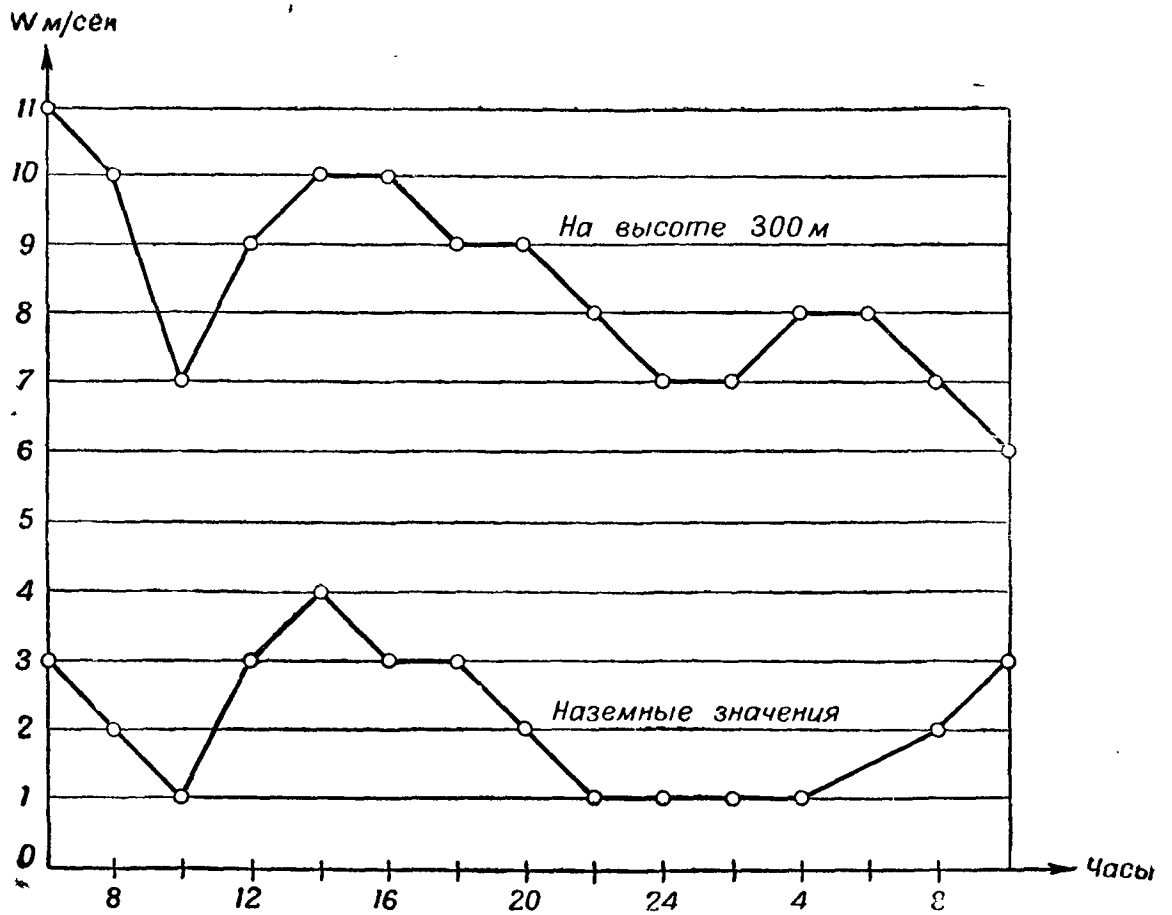


Рис. 129. Медленные изменения скорости наземного ветра и на высоте 300 *м*

ведем такой случай. Пусть при подходе звуковой волны к одному какому-либо звукоприемнику базы в районе его будет порыв ветра, который может сильно увеличить скорость звука, и при подходе этой же волны ко второму звукоприемнику будет штиль. В результате этого отсчет будет получен с какой-то ошибкой. При подходе второй звуковой волны этого же орудия картина может измениться, а именно: порыв ветра может быть при подходе волны ко второму звукоприемнику, в то время как при подходе к первому будет штиль и т. д.

Срединные ошибки в отсчетах τ, получаемые вследствие быстрых изменений метеорологических элементов в районе расположения звукоприемников, будем называть ошибкой разброса и обозначать через E_τ.

Ошибки разброса тесно связаны с ошибками приборов звукометрической станции, т. е. с ошибками звукоприемников и регистрирующего прибора и с ошибками снятия отсчетов. Соответствующими опытами установлено, что при нормальных условиях работы (при получении записей с хорошими началами) срединная ошибка разброса с учетом ошибок приборов получается порядка 0,006 секунды,

причем эта ошибка при длинах акустических баз порядка 0,5 — 3 *км* остается примерно одинаковой.

С целью уменьшения ошибки разброса синусы углов α определяют не по одному отсчету, а, как правило, по среднему из трех-четырех. При числе отсчетов $n = 4$ ошибка E_τ будет равна 0,003 секунды.

Медленные изменения метеорологических элементов во времени вызывают несколько иную ошибку при работе звуковой разведки, нежели быстрые изменения. Ошибка эта получается вследствие медленного, но непрерывного и неравномерного изменения метеорологических элементов в промежутках между измерениями их, т. е. между сроками составления метеорологических бюллетеней. Вследствие этих изменений одна звуковая волна при выстреле какого-либо орудия будет распространяться в одних метеорологических условиях, а другая при выстреле этого же орудия через полчаса или через час будет распространяться уже в других метеорологических условиях, отличающихся от условий распространения первой волны.

Вследствие этого срединная ошибка определения и учета метеорологических данных увеличивается до 5 делений угломера. С целью уменьшения этой ошибки надо было бы вести непрерывные измерения метеорологических элементов. Однако практически это осуществить невозможно.

Чтобы срединная ошибка при засечке цели вследствие медленных изменений метеорологических элементов не превосходила 5 делений угломера, надо определение метеорологических элементов производить при изменении их до следующих величин: скорость наземного ветра до 2 *м/сек*, направления до 4-00 и наземной температуры до 3°.

Зависимость ошибки разброса от длины акустической базы

Срединная ошибка разброса в делениях угломера выражается такой формулой[1]:

$$E_{a\tau} = \frac{E_\tau}{T \cos \alpha}. \qquad (1)$$

---

[1] Формулу (1) можно получить следующим образом.

При истинном значении τ $\sin \alpha = \frac{\tau}{T}$; при ошибочном значении τ_1 $\sin \alpha_1 = \frac{\tau_1}{T}$. Разность синусов будет:

$$\sin \alpha_1 - \sin \alpha = \frac{\tau_1}{T} - \frac{\tau}{T}.$$

Пусть $\tau_1 = \tau + \Delta\tau$; тогда

$$\sin \alpha_1 - \sin \alpha = \frac{\Delta\tau}{T}.$$

Согласно сноске на стр. 68 можно написать, что $\Delta\alpha = \frac{\Delta\tau}{T \cos \alpha}$.

При переходе к срединным ошибкам мы и получим формулу (1).

Из этого выражения следует, что ошибка разброса зависит от базы во времени T, а следовательно, и от длины ее l. При углах α до 30° $\cos\alpha$ можно считать равным единице, тогда формулу (1) можно переписать в таком виде:

$$E_{\alpha\tau} = \frac{E_\tau}{T}. \qquad (1')$$

Выше было указано, что ошибка разброса при длинах акустических баз порядка 0,5—3 *км* остается постоянной. Вследствие этого ошибка $E_{\alpha\tau}$ будет уменьшаться с увеличением длины базы l.

Согласно формуле (1′) в зависимости от длины базы l ошибка $E_{\alpha\tau}$ в делениях угломера будет иметь величины, помещенные в ниже приведенной таблице.

Таблица ошибок $E_{\alpha\tau}$ в делениях угломера в зависимости от длины базы l

l в *км*	0,5	1	1,5	2	2,5	3	4
$E_{\alpha\tau}$	4	2	1,5	1	0,8	0,7	0,5

Из этой таблицы и графика (рис. 130), построенного по данным этой таблицы, видим, что ошибка $E_{\alpha\tau}$ при l=0,5 *км* велика и равна 4 делениям угломера и что ошибка эта

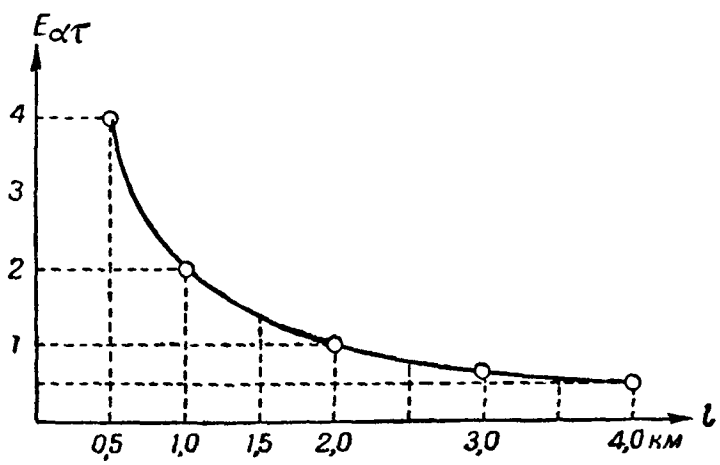


Рис. 130. Зависимость ошибки разброса $E_{\alpha\tau}$ от длины базы l

вначале при увеличении l до 1 *км* быстро уменьшается, а при $l = 2$ *км* делается равной 1 делению угломера. При дальнейшем увеличении длины базы l ошибка уменьшается медленно и при $l = 4$ *км* достигает 0,5 деления угломера.

При работе по среднему из четырех отсчетов ошибка эта уменьшается соответственно в два раза.

Исходя из этого, можно сделать такой вывод, что длину акустической базы l с достаточной для практики точностью можно иметь в пределах 1—1,5 *км*.

Срединная ошибка разброса порядка 0,006 секунды получается при благоприятных метеорологических условиях и при хороших началах записей, т. е. когда разброс между крайними отсчетами на каждой базе не превышает 20 тысячных секунды.

С точки зрения точности засечки в этих условиях достаточно иметь 2 отсчета на каждой базе. Действительно, при $l = 1$ *км* и при числе отсчетов $n = 2$ согласно формуле (1') $E_{ат} = \frac{0{,}006}{3\sqrt{2}} = 0{,}0015$, или 1,5 делениям угломера.

Но надежно засеченной целью считается такая цель, по которой получено с каждой базы не менее трех-четырех отсчетов. Поэтому для обеспечения надежности засечки желательно иметь с каждой базы по данной цели не менее трех-четырех отсчетов.

Число отсчетов $n = 4$ может обеспечить в свою очередь точность работы при разбросе, в полтора раза превышающем нормальный.

$$E_{ат} = \frac{0{,}009}{3\sqrt{4}} = 0{,}0015.$$

При разбросе порядка 40—60 тысячных секунды для обеспечения требуемой точности засечки надо иметь 6—9 отсчетов.

Подводя итог сказанному, можно сказать, что при работе с учетом распределения метеорологических элементов по высоте имеем дело со следующими ошибками при засечке цели, вызываемыми ошибками в определении и учете метеорологических элементов:

— ошибками вследствие неточного определения метеорологических элементов;

— ошибками вследствие быстрых изменений метеорологических элементов (ошибками разброса);

— ошибками вследствие медленных изменений метеорологических элементов в промежутке между составлениями метеорологических бюллетеней.

Ошибки при засечке цели, получаемые вследствие ошибок топографической привязки звуковых постов

Ошибки топографической привязки звуковых постов вызывают ошибки:

— в направлении директрис,

— в смещении центров акустических баз и
— в определении длин акустических баз.

Ошибки эти в свою очередь вызывают ошибки в определении направления на источник звука.

Например, при ошибке определения координат одного звукового поста, равной 50 *м*, при длине базы $l = 1$ *км* получаем ошибку в направлении директрисы около 50 делений угломера (см. рис. 132), так как $\operatorname{tg} \alpha_{Д} = 0{,}050$. Вследствие этой ошибки получаем в определении направления на цель ошибку также около 50 делений угломера.

Будем считать ошибку топографической привязки звуковых постов ошибкой круговой и равной r. При рассмотрении ошибок в определении направления на цель, вызываемых ошибками топографической привязки звуковых постов, круговую ошибку топографической привязки r будем разлагать на две независимые ошибки: одну по направлению акустической базы, а другую — по направлению, перпендикулярному ей. Ошибку, идущую по направлению базы, обозначим через r_1, а ошибку, перпендикулярную ей, обозначим через r_2.

Возьмем по направлению r_1 какую-то случайную ошибку a_1 (рис. 131). При наличии ошибки a_1 будем иметь ошибки в определении длины акустической базы и в определении центра этой базы. Эти ошибки будут вызывать в свою очередь ошибки в определении направления на цель.

При привязке звуковых постов ходом от одного звукоприемника к другому ошибка в определении длины акустической базы Δl будет равна a_1 и ошибка в определении центра базы будет равна $\frac{a_1}{2}$.

Из рис. 131 видно, что при ошибке a_1 центр акустической базы получается в точке O', т. е. смещается на величину OO'. Отрезок $OO' = \frac{a_1}{2}$.

Построив перпендикуляр из точки O' к направлению OS, получим отрезок $O'N$. В прямоугольном треугольнике ONO' угол при точке O' равен углу α (углы с перпендикулярными сторонами). Поэтому можем написать, что

$$O'N = \frac{a_1}{2} \cos \alpha.$$

При наличии центра базы в точке O' директриса акустической базы вместо $ОД$ будет $O'Д'$ и при угле α направление на цель будет $O'S'$, т. е. направление будет получено с ошибкой $\Delta\alpha_{ц_1}$. Ошибка эта в делениях угломера будет равна:

$$\Delta\alpha_{ц_1} = \frac{O'N}{0{,}001Д},$$

или при $O'N = \frac{a_1}{2}\cos\alpha$ при дальности $Д$, выраженной в километрах, ошибка будет равна:

$$\Delta\alpha_{ц_1} = \frac{a_1}{2Д}\cos\alpha. \qquad (2)$$

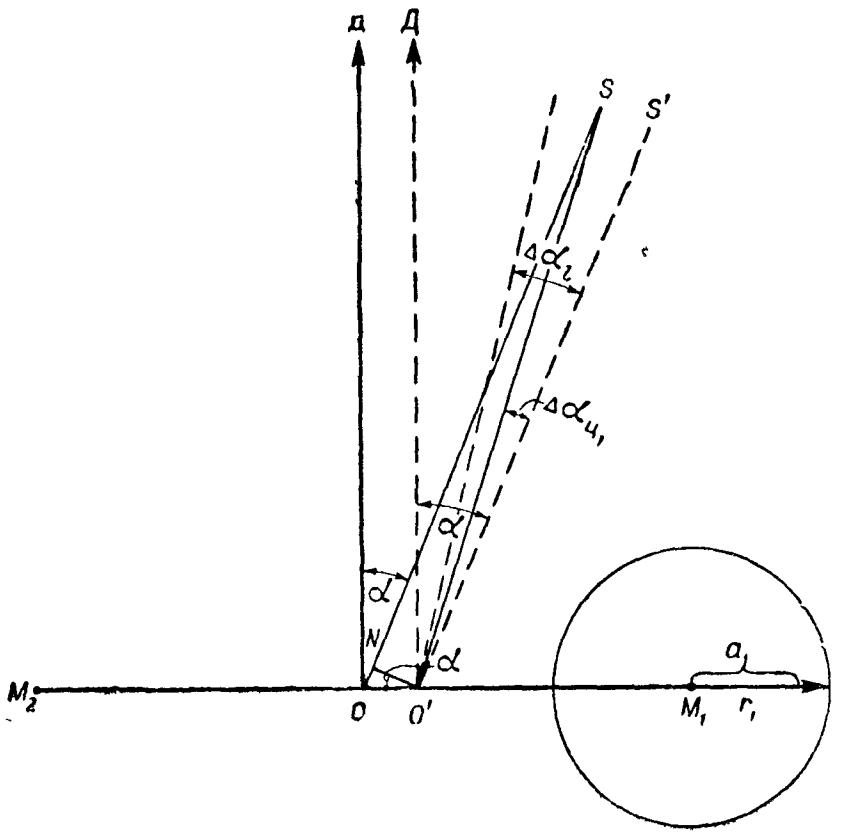


Рис. 131. Влияние ошибки в привязке правого звукового поста относительно левого на определение угла α (ошибка направлена вдоль базы)

Найдем ошибку в определении угла α вследствие ошибки в определении длины базы l. Возьмем для этого известную нам формулу

$$\sin\alpha = \frac{C\tau}{l}$$

и, полагая, что ошибки функции зависят от ошибок аргументов, при постоянных значениях C и τ будем иметь:

$$\Delta\alpha_l = -\frac{C\tau}{l^2\cos\alpha}\Delta l. \qquad (3)$$

Имея в виду, что $\sin\alpha = \frac{C\tau}{l}$ и что ошибка в длине базы $\Delta l = a_1$, получим:

$$\Delta\alpha_l = -\frac{a_1}{l}\operatorname{tg}\alpha\,^1. \qquad (4)$$

Так как при наличии ошибки a_1 длина базы будет больше, то угол α будет меньше и направление на цель пойдет левее направления $O'S'$ на величину $\Delta\alpha_l$; этим и объясняется знак минус в формуле (3).

Сложив ошибки $\Delta\alpha_{ц_1}$ и $\Delta\alpha_l$, получим ошибку в определении направления на цель в зависимости от ошибки a_1:

$$\Delta\alpha_1 = a_1\left(\frac{1}{2Д}\cos\alpha - \frac{1}{l}\operatorname{tg}\alpha\right). \qquad (5)$$

Возьмем теперь по направлению r_2 какую-то случайную ошибку a_2 (рис. 132).

---

[1] Формулу (4) можно вывести путем таких элементарных рассуждений. Пусть вмес о истинного значения длины базы l_1 получили $l = l_1 + \Delta l$. Тогда ошибка в синусе угла α будет:

$$\Delta\sin\alpha = \frac{C\tau}{l} - \frac{C\tau}{l_1} = \frac{C\tau\,(l_1 - l)}{l_1\,l}$$

или

$$\Delta\sin\alpha = \sin\alpha_1\frac{(l_1 - l)}{l} = \sin\alpha_1\frac{(l_1 - l_1 - \Delta l)}{l},$$

откуда

$$\Delta\sin\alpha = -\sin\alpha_1\frac{\Delta l}{l}.$$

Обозначая α через $\alpha_1 + \Delta\alpha$, напишем, что $\sin\alpha = \sin(\alpha_1 + \Delta\alpha) = \sin\alpha_1\cos\Delta\alpha + \cos\alpha_1\sin\Delta\alpha$. Принимая во внимание, что величина $\Delta\alpha$ мала, косинус угла $\Delta\alpha$ примем равным единице, и тогда

$$\sin\Delta\alpha = \frac{\sin\alpha - \sin\alpha_1}{\cos\alpha_1} = \frac{\Delta\sin\alpha}{\cos\alpha_1}.$$

Но так как $\Delta\sin\alpha = -\sin\alpha_1\frac{\Delta l}{l}$, то $\sin\Delta\alpha = -\frac{\Delta l}{l}\operatorname{tg}\alpha_1$.

Ввиду малости угла $\Delta\alpha$ мы можем величину $\sin\Delta\alpha$ считать равной величине $\Delta\alpha$ и, заменяя Δl величиной a_1, окончательно будем иметь:

$$\Delta\alpha = -\frac{a_1}{l_1}\operatorname{tg}\alpha_1.$$

Так как ошибка $\Delta\alpha$ мала по сравнению с α, то в полученной формуле можно вместо α_1 поставить α.

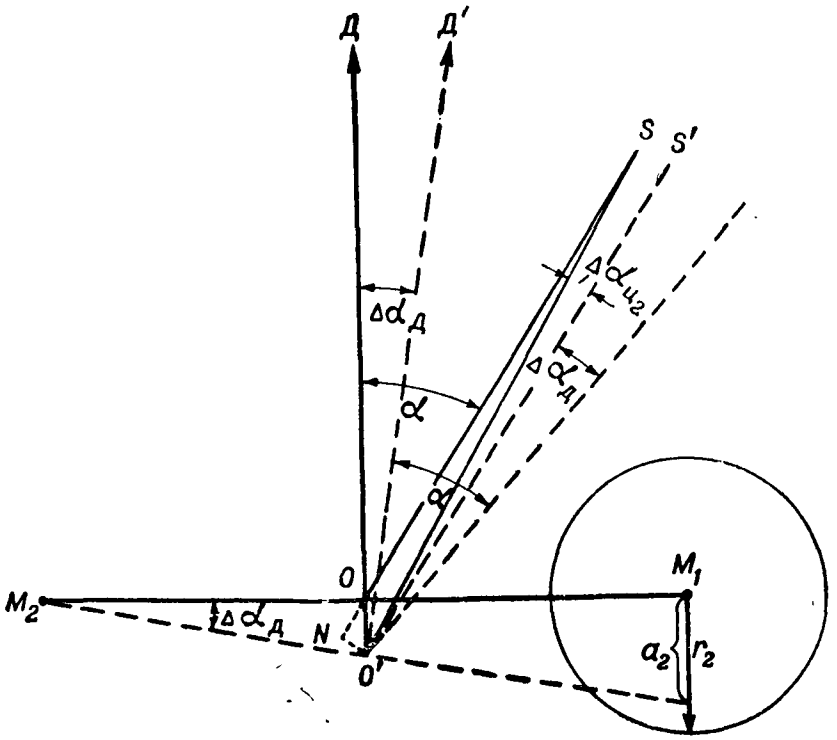


Рис. 132. Влияние ошибки в привязке правого звукового поста относительно левого на определение угла α (ошибка направлена перпендикулярно базе)

При наличии ошибки a_2 будем иметь ошибку в определении направления на цель вследствие поворота директрисы на угол $\Delta\alpha_Д$, где

$$\Delta\alpha_Д = \frac{a_2}{l}. \tag{6}$$

Из рис. 132 видно, что ошибка вследствие смещения центра базы будет:

$$\Delta\alpha_{ц_2} = \frac{a_2}{2Д} \sin\alpha, \tag{7}$$

где $\frac{a_2}{2} = OO'$ и $\frac{a_2}{2} \sin\alpha = O'N$.

Сложив ошибки $\Delta\alpha_Д$ и $\Delta\alpha_{ц_2}$, получим ошибку в определении направления на цель, вызываемую ошибкой a_2:

$$\Delta\alpha_2 = a_2\left(\frac{1}{l} + \frac{1}{2Д} \sin\alpha\right). \tag{8}$$

Ошибка a_2 будет вызывать ошибку и в длине базы, но ошибка эта мала, и поэтому ее во внимание принимать не будем.

Срединная ошибка в определении направления на цель вследствие ошибок при топографической привязке звуковых постов при $a_1 = a_2 = r$ будет:

$$E_{\alpha_m} = \sqrt{\Delta\alpha_1^2 + \Delta\alpha_2^2} \tag{9}$$

или

$$E_{\alpha_m} = r\sqrt{\left(\frac{1}{2Д}\cos\alpha - \frac{1}{l}\operatorname{tg}\alpha\right)^2 + \left(\frac{1}{l} + \frac{1}{2Д}\sin\alpha\right)^2}\,.$$

Раскрывая скобки и произведя приведение подобных членов, получаем:

$$E_{\alpha_m} = r\sqrt{\frac{1}{4Д^2} + \frac{1}{l^2}\left(1 + \operatorname{tg}^2\alpha\right)}$$

или

$$E_{\alpha_m} = r\sqrt{\frac{1}{4Д^2} + \frac{1}{l^2\cos^2\alpha}}\,. \tag{10}$$

Заменяя теперь $\frac{Д}{l}$ через η и вынося $l\cos\alpha$ из-под корня, получим, что

$$E_{\alpha_m} = \frac{r}{l\cos\alpha}\sqrt{1 + \frac{\cos^2\alpha}{4\eta^2}}\,. \tag{11}$$

Анализируя полученную формулу, мы видим, что ошибка E_{α_m} очень мало зависит от изменения величины η, т. е. от изменения дальности. Действительно, например, при угле $\alpha = 0°$, $l = 1$ *км* и при $\eta = 2$ ошибка E_{α_m} при $r = 100$ *м* равна 103 делениям угломера, в то время как при $\eta = \infty$ ошибка E_{α_m} равна 100 делениям угломера. В действительности величина η редко бывает меньше 2.

В соответствии с этим с небольшой погрешностью срединную ошибку определения направления на цель, вызываемую топографической привязкой звуковых постов, можно записать в таком виде:

$$E_{\alpha_m} = \frac{r}{l\cos\alpha}\,. \tag{12}$$

Для анализа этой формулы составим таблицу ошибок E_{α_m} при различных значениях r и углов α. Значения r возьмем в метрах, углы α в градусах и E_{α_m} в делениях угломера.

Таблица ошибок E_{α_m} при длине базы $l = 1$ км

α \ r	1	2	3	5	10	25	50	100
0	1	2	3	5	10	25	50	100
15	1	2	3	5	10	26	52	103
24	1	2	3	6	11	27	54	109
30	1	2	4	6	12	29	58	115
36	1	2,5	4	6	12	31	62	124
45	1	3	4	7	14	36	71	142

Из этой таблицы видно, что при r, равном 2 м, и при углах α больше 30° ошибка E_{α_m} становится больше 2 делений угломера. Из этой таблицы также видно, что при $r = 2$ м ошибка E_{α_m} при углах α до 30° не зависит от величины угла α.

Таким образом, при аналитическом методе привязки звуковых постов, т. е. при r, равном 1—2 м, ошибку E_{α_m} при углах α до 30° можно считать независимой от величины угла α.

Согласно таблице составлен график ошибок (рис. 133), на котором показана зависимость ошибки E_{α_m} от величины угла α при $r = 5$ м, $r = 25$ м и $r = 50$ м.

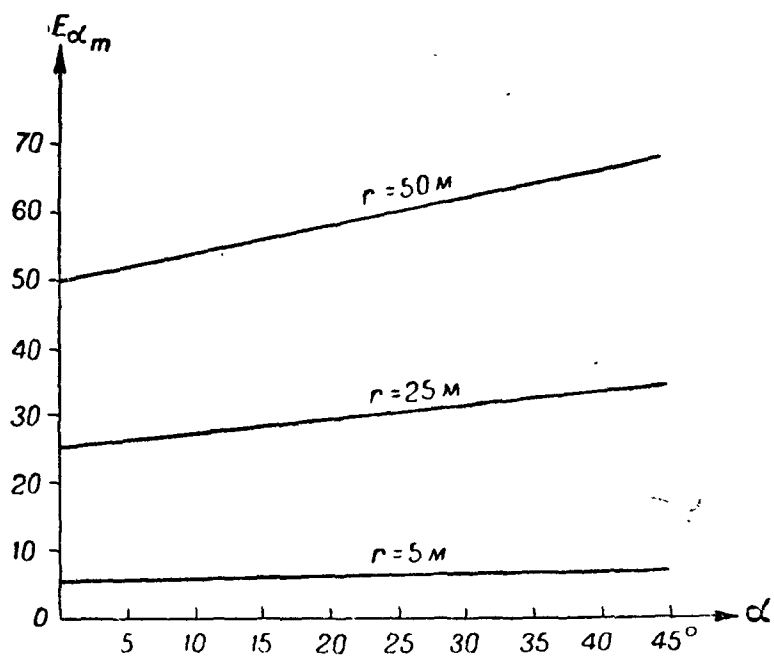


Рис. 133. График ошибок $E_{\alpha m}$ в зависимости от величин угла α при $r = 5$ м, $r = 25$ м и $r = 50$ м

При r, равном 1—2 *м*, длина базы l, равная 1—1,5 *км*, вполне обеспечивает требуемую точность засечки цели, так как ошибка E_{α_m} в этом случае будет равна 1—2 делениям угломера.

При привязке звуковых постов к разным опорным точкам ошибка E_{α_m} увеличивается в $\sqrt{2}$, поэтому в этих случаях надо длину базы брать 1,5 *км*.

Отсюда становится также ясным, что выгоднее привязку звуковых постов производить ходом от одного звукового поста данной базы к другому.

При топографической привязке звуковых постов по карте глазомерным способом ошибка E_{α_m} будет сильно зависеть от величины угла α, тем более, что при топографической привязке звуковых постов по карте привязка производится к разным контурным точкам, поэтому в данном случае вместо r в формуле (12) надо брать $r\sqrt{2}$. Вследствие этого ошибки E_{α_m} будут велики.

Ошибки при засечке целей, возникающие вследствие ошибок при обработке отсчетов и при графических работах на планшете

Ошибки в обработке отсчетов слагаются из ошибок в определении параллакса перьев, из ошибок округления величин поправок при определении синуса угла α_0, а также при определении величины синуса угла α по логарифмической линейке. Ошибка, получающаяся при определении угла α, возникающая вследствие ошибок, допускаемых при обработке отсчетов, достигает 1 делению угломера.

При смешанном способе определения координат целей ошибка засечки, возникающая вследствие допускаемых ошибок при графических построениях углов α на планшете (1 : 25 000), равна приблизительно 1 делению угломера.

В результате ошибка засечки, возникающая вследствие ошибок при обработке отсчетов и при графических построениях углов α на планшете, составляет около 1,5 делений угломера. Обозначим эту ошибку через E_{α_n}.

Таким образом, при работе с учетом распределения метеорологических элементов по высоте определение углов α будет сопровождаться следующими ошибками:

— ошибками, возникающими вследствие неточного определения и учета метеорологических элементов ($E_{\alpha_м} = 2$ делениям угломера при определении скорости и направления ветра базисным методом); впредь до получения нового метеорологического бюллетеня эта ошибка выра-

стает до 5 делений угломера (вследствие изменения метеорологических элементов между сроками получения метеорологических бюллетеней);

— ошибками разброса (при числе отсчетов $n=1$ и длине базы $l=1$ *км* ошибка $E_{a\tau}$ равна 2 делениям угломера, а при $n=4$ — одному делению угломера);

— ошибками, возникающими вследствие неточной привязки звуковых постов (при аналитической привязке $E_{am}=$ $=2$ делениям угломера);

— ошибками, возникающими при обработке отсчетов и графических построениях на планшете ($E_{an}=1{,}5$ деления угломера).

Без учета ошибок определения и учета метеорологических элементов суммарная срединная ошибка в определении угла α будет

$$E_\alpha=\sqrt{E_{an}^2+E_{am}^2+E_{a\tau}^2}=\sqrt{1{,}5^2+2^2+1^2}=2{,}7$$

делений угломера. Ошибки определения и учета метеорологических элементов являются ошибками зависимыми, так как они вызываются на каждой базе одними и теми же причинами, поэтому ошибки эти в суммарную срединную ошибку входить не должны. Метод учета метеорологических элементов не всегда дает удовлетворительные результаты, в особенности когда кривая скорости звука (основная кривая) имеет перегибы. Вследствие этого работа с учетом распределения метеорологических элементов по высоте является менее надежной, чем работа с учетом систематической ошибки, о которой подробнее будет сказано в § 4 настоящей главы.

§ 3. АНАЛИЗ ОШИБОК ПРИ ЗАСЕЧКЕ ЦЕЛИ, ВОЗНИКАЮЩИХ ПРИ РАБОТЕ С УЧЕТОМ НАЗЕМНЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

При работе с учетом наземных метеорологических элементов и при аналитической привязке звуковых постов будем иметь дело со всеми теми ошибками, которые были рассмотрены в предыдущем параграфе, но только при дальностях засечки больше 5 *км* в этом случае прибавляется еще одна существенная ошибка. Ошибка эта получается вследствие несоответствия измеряемых метеорологических элементов действующим значениям их, т. е. тем элементам, которые в действительности оказывают влияние на распространение звука в атмосфере. В дальнейшем ошибку эту будем также называть ошибкой в засечке

цели, получающейся вследствие неточного определения и учета метеорологических элементов.

Действительно, при учете наземных метеорологических элементов значения их определяются на высоте 2 *м* над поверхностью земли. Но нам известно, что температура и ветер с высотой изменяются (см., например, рис. 129, на котором очень хорошо видно различие в значениях скорости ветра при определении их на высоте 2 *м* и на высоте 300 *м*).

При учете наземных метеорологических элементов распределение их с высотой не учитывается, вследствие чего и получаются большие ошибки при определении, например, поправок на ветер, а следовательно, и при определении углов α.

Ошибки эти могут быть велики, в особенности при сильном изменении метеорологических элементов с высотой. Так, например, если акустическое (действующее) значение ветра надо было брать на высоте 300 *м*, на которой $W = 8$ *м/сек*, а учитывали значение наземного ветра $W = 2$ *м*, то вследствие этого ошибка в угле α при $\theta = 15\text{-}00$ делается равной 18 делениям угломера.

Соответствующие наблюдения за работой звуковой разведки показывают, что ошибки при засечке цели (ошибки в определении угла α), получающиеся вследствие неточного определения и учета метеорологических элементов, могут доходить до 10—15 делений угломера. Вследствие этого координаты целей при работе с учетом наземных метеорологических элементов при дальности засечки больше 4—5 *км* считаются приближенными.

§ 4. АНАЛИЗ ОШИБОК ПРИ ЗАСЕЧКЕ ЦЕЛИ, ВОЗНИКАЮЩИХ ПРИ РАБОТЕ С УЧЕТОМ СИСТЕМАТИЧЕСКОЙ ОШИБКИ

Сначала рассмотрим вопрос при условии, когда топографическая привязка звуковых постов производится аналитическим методом с круговой ошибкой порядка 1—2 *м*, т. е. когда величина r равна 1—2 *м*. В этом случае, как это видно из таблицы на стр. 236, составленной на основе формулы (12), ошибка в определении направления на цель мало зависит от угла α. Ошибка эта мало зависит и от дальности, как это видно из формулы (11). На основании этого можем сказать, что при постоянной величине базы l и при r, равном 2 *м*, ошибку в определении направления на цель в зависимости от ошибок топографической привязки звуковых постов можно считать постоянной.

В течение некоторого промежутка времени, за который метеорологические элементы изменятся на небольшую величину, ошибки в определении направления на цель вслед-

ствие ошибок в определении метеорологических элементов можно считать также постоянными.

В дальнейшем ошибку в определении направления на цель вследствие ошибок в определении метеорологических элементов будем условно считать постоянной в течение промежутка времени, за который метеорологические элементы изменятся в пределах, указанных на стр. 228.

При работе с учетом систематической ошибки влияние метеорологических элементов данного момента учитывается путем создания звуковых реперов и в дальнейшем путем контроля их.

Суммарную ошибку в определении направления на цель (в определении угла α), вызываемую постоянными ошибками, принято называть **систематической ошибкой.**

При работе с учетом систематической ошибки очень часто метеорологические данные во внимание вообще не принимаются и определение координат целей ведут непосредственно по $\sin\alpha$ без поправок на ветер. В этих случаях систематическая ошибка будет получаться в результате ошибок топографической привязки звуковых постов и в результате отсутствия учета влияния метеорологических данных.

Если будут известны величина и направление систематической ошибки с каждой базы, то ее можно определить и учесть при засечке целей.

Если метеорологические элементы не изменяются и остаются в течение какого-то времени постоянными, то за этот промежуток времени при работе с учетом систематической ошибки будем иметь дело только со случайными ошибками, которые возникают вследствие:

— ошибок, получаемых при обработке отсчетов и при графических построениях на планшете;

— ошибок разброса отсчетов и

— ошибок, получаемых при засечке звукового репера.

Срединная ошибка в определении угла α (E_{α_R}), получающаяся при создании звукового репера, около 1,5 делений угломера. Ошибка эта получается вследствие ошибок, возникающих при засечке репера (разрывов)[1].

Суммарная срединная ошибка в определении угла α на цель будет:

$$E_{\alpha_c} = \sqrt{E^2_{\alpha_\tau} + E^2_{\alpha_n} + E^2_{\alpha_R}}.$$

[1] Ошибка засечки репера средствами оптической разведки при 6—9 выстрелах мала, и мы не принимаем ее во внимание, тем более, что эта ошибка для обеих баз является зависимой.

При числе отсчетов $n = 4$, длине акустической базы, равной 1 *км*, $E_{\alpha_c} = \sqrt{1^2 + 1{,}5^2 + 1{,}5^2} = 2{,}3$ деления угломера.

§ 5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СИСТЕМАТИЧЕСКОЙ ОШИБКИ

Создание звуковых реперов для определения систематической ошибки

Для определения величины и направления систематической ошибки должно быть выполнено одно основное условие, а именно: координаты какой-либо точки (репера) в районе расположения целей должны быть определены батареей звуковой разведки и другими более точными средствами разведки, например, средствами оптической разведки (ВзОР), при аналитической привязке их наблюдательных пунктов.

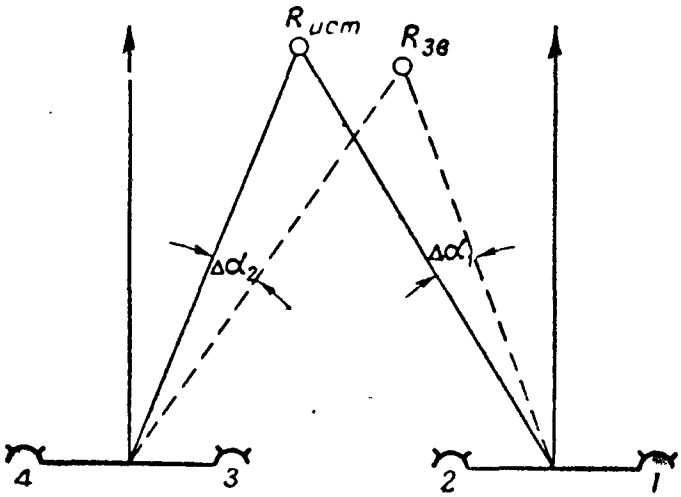


Рис. 134. Ошибки $\Delta\alpha_1$ и $\Delta\alpha_2$ являются систематическими ошибками

Координаты, определяемые более точными средствами разведки, будем называть **истинными координатами**, а направления с каждой базы — истинными направлениями.

Разница в углах α по истинному положению репера и по положению этого репера, определяемому батареей звуковой разведки, и будет являться **величиной систематической ошибки** (рис. 134).

Величина систематической ошибки на рис. 134 будет для правой базы $\Delta\alpha_1$, а для левой базы $\Delta\alpha_2$.

Определение систематической ошибки подразделяется на два этапа:

— создание звуковых реперов и

— определение ошибки по планшету.

Создание звуковых реперов производится:

— одновременной засечкой фиктивного звукового репера (воздушного или наземного) батареей звуковой разведки и оптическими средствами или

— пристрелкой действительного репера, как это указано в ст. 131 Правил стрельбы 1945 г., истинные координаты которого должны быть известны, например, по засечкам топографической или оптической разведки, или же определены по фотоснимку.

Кроме того, систематическая ошибка может быть определена по какой-либо цели, если последняя надежно засечена батареей звуковой разведки и оптическими средствами или определена какими-либо другими средствами разведки, например, по фотоснимку. Наконец, при занятиях на полигоне звуковой репер может быть создан путем подрывов на точке, координаты которой известны.

Создание звуковых реперов с целью определения систематической ошибки и контроль их производятся согласно плану штаба артиллерийской группы. Учет систематической ошибки, определяемой при помощи звукового репера, может производиться при засечке целей, расположенных до 2 *км* по фронту в обе стороны от репера и до 2,5 *км* по глубине, т. е. один репер обеспечивает засечку с учетом систематической ошибки в районе 4 *км* по фронту и 5 *км* по глубине.

В полосе разведки батареи шириной более 4 *км*, например, при ширине в 6 *км*, создаются два репера по фронту. Расположение реперов в этом случае указано на рис. 135. Из этого рисунка видно, что если реперы будут созданы за передним краем противника, в 3—4 *км* от него, то они обеспечат полосу глубиной до 6 *км* за передним краем противника, т. е. примерно на всю глубину расположения артиллерии противника. В случае надобности и при хорошей видимости создаются в глубине на удалении до 5 *км* от реперов R_1 и R_2 добавочные реперы (в районах замеченной группировки артиллерии противника).

Для создания звукового репера по плану штаба артиллерийской группы выделяется одно орудие, которое может вести огонь с любой временной огневой позиции. Согласно этому плану штаб разведывательного артиллерийского дивизиона (РАД) организует прямую связь между командирами огневой батареи и батареи звуковой разведки, а при создании фиктивного репера — и с командиром взвода оптической разведки, и отдает приказание командиру батареи звуковой разведки произвести засечку звуковых реперов. При создании фиктивного репера (наземного или воздушного) штаб разведывательного дивизиона отдает приказание произвести засечку репера (разрывов снарядов) и командиру ВзОР.

Порядок создания наземного фиктивного репера следующий.

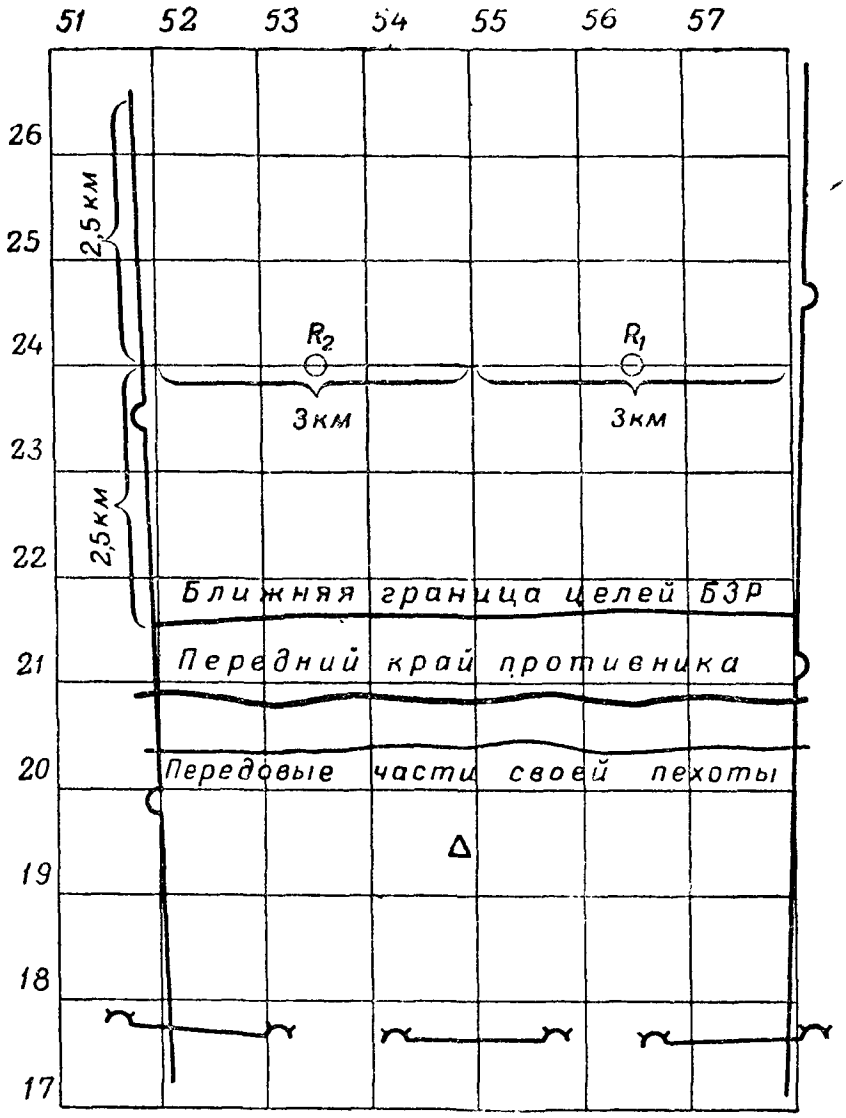


Рис. 135. Расположение реперов в полосе разведки батареи

Штаб разведывательного артиллерийского дивизиона согласно плану штаба группы выбирает в намеченном районе площадку с твердым грунтом, учитывая при этом, что разрывы снарядов должны быть хорошо наблюдаемы с постов взвода оптической разведки. Координаты какой-либо точки этой площадки, снятые с карты, передаются на огневую батарею и на батарею звуковой разведки.

Командир огневой батареи с возможной тщательностью подготовляет исходные установки и передает командиру батареи звуковой разведки: „Засекайте разрывы по точке, координаты которой $X = 00000$, $Y = 00000$. Стрелять буду гранатой с осколочным (дистанционным) взрывателем. Полетное время 00 секунд“ [1].

[1] Полетное время сообщается для расчета темпа огня, который производит командир батареи звуковой разведки. Вопрос этот изложен в главе X.

Командир батареи звуковой разведки дает указания предупредителю: **„Наблюдать столько-то разрывов. Место разрывов в таком-то районе, столько-то секунд выстрел“.** По готовности батареи к работе передает командиру огневой батареи: **„Два снаряда, столько-то секунд выстрел, огонь“.**

Имея связь с взводом оптической разведки, командир батареи звуковой разведки дает такие же указания командиру этого взвода, какие он дал предупредителю. При отсутствии связи между командиром батареи звуковой разведки и командиром взвода оптической разведки эти указания командир взвода оптической разведки получает от штаба разведывательного дивизиона.

Командир огневой батареи дает одним орудием два выстрела с темпом огня, указанным командиром батареи звуковой разведки, сообщая о каждом из них по телефону на центральный пункт батареи звуковой разведки и командиру взвода оптической разведки: „Выстрел“. Командир батареи звуковой разведки, убедившись, что разрывы были засечены его батареей и взводом оптической разведки, передает командиру огневой батареи: **„Четыре снаряда, столько-то секунд выстрел, огонь“.**

Командир огневой батареи одним и тем же орудием и на тех же установках дает очередь в 4 выстрела с темпом огня, указанным командиром батареи звуковой разведки, также сообщая о каждом выстреле. При наличии разброса в отсчетах до 40 тысячных секунды ограничиваются шестью выстрелами (шестью отсчетами с каждой базы). При большем разбросе дают девять выстрелов для того, чтобы иметь девять отсчетов с каждой базы.

Если один или несколько разрывов не будут засечены батареей звуковой разведки или взводом оптической разведки, стрельбу ведут до получения 6—9 отсчетов с каждой базы (до 5—6 отсчетов с каждого НП взвода оптической разведки).

Если первые два разрыва не были засечены батареей звуковой разведки или взводом оптической разведки, то по указанию штаба разведывательного дивизиона вводится корректура и снова даются два выстрела. Так поступают до тех пор, пока два разрыва не будут засечены батареей звуковой разведки и взводом оптической разведки, и только после этого дают очередь в четыре выстрела.

Взвод оптической разведки определяет координаты центра группы разрывов и передает их на центральный пункт батареи звуковой разведки. На этом работа огневой батареи и взвода оптической разведки заканчивается.

Батарея звуковой разведки, получив координаты этого центра от взвода оптической разведки, приступает к опре-

делению, а затем и исключению систематической ошибки одним из способов, указанных ниже.

При создании воздушного репера высота разрывов не должна превышать 100 *м* над уровнем звукопостов.

При более высоких разрывах получается большая разница между условиями прохождения звуком расстояний до звукопостов от цели и от разрывов, кроме того, при определении координат репера надо будет вводить поправку на превышение.

Создание звукового репера путем пристрелки действительного репера производится в следующем порядке. Согласно плану штаба группы выделяют одно орудие, которое выставляется на любую запасную или временную огневую позицию, и производят пристрелку репера. Пристрелка производится любым способом, но без участия батареи звуковой разведки. После окончания пристрелки командир стреляющей батареи передает командиру батареи звуковой разведки: „Репер в таком-то районе пристрелян, наблюдать шесть разрывов, полетное время 00 секунд".

При получении по реперу накрывающей группы выстрелы для создания звукового репера даются на поражающем прицеле; при получении по реперу одноделенной вилки выстрелы для создания звукового репера даются на прицеле, соответствующем середине вилки. Преимущество данного способа создания звукового репера заключается в том, что здесь не требуется применения средств оптической разведки (взвода оптической разведки); недостатком же является то, что для пристрелки репера требуется большое количество снарядов.

Определение и учет систематической ошибки

Согласно истинным координатам репера батарея звуковой разведки наносит действительный (фиктивный) репер на свой разведывательный планшет.

Предположим, что истинный репер получился в точке $R_{ист}$ (рис. 136), а засеченный по звуку — в точке $R_{зв}$. Из рис. 136 видно, что ошибка при засечке репера с правой базы будет $\Delta\alpha_1 = \alpha'_{зв} - \alpha'_{ист}$, а ошибка с левой базы $\Delta\alpha_2 = \alpha''_{зв} - \alpha''_{ист}$.

Величина $\Delta\alpha_1$ и $\Delta\alpha_2$ и будут являться систематическими ошибками для данных баз.

Пример. Пусть с правой базы получили $\alpha_{ист} = -2\text{-}50$, а $\alpha_{зв} = -1\text{-}90$ и с левой базы $\alpha_{ист} = +3\text{-}00$ и $\alpha_{зв} = 3\text{-}40$. Ошибки будут $\Delta\alpha_1 = +0\text{-}60$ и $\Delta\alpha_2 = +0\text{-}40$.

Поправка всегда равна ошибке с обратным знаком, т. е. для определения поправки надо из $\alpha_{ист}$ вычесть $\alpha_{зв}$. В нашем случае поправка для правой базы будет $\Delta\alpha_1 = -0\text{-}60$ и для левой $\Delta\alpha_2 = -0\text{-}40$.

Например, получив по какой-либо цели с правой базы $\alpha_1 = -2\text{-}00$ и с левой $\alpha_2 = +4\text{-}30$, мы должны к этим величинам прибавить поправки с их знаками, в результате чего будем иметь углы α с учетом систематической ошибки, а именно для правой базы $\alpha_1 = -2\text{-}60$ и для левой $\alpha_2 = +3\text{-}90$.

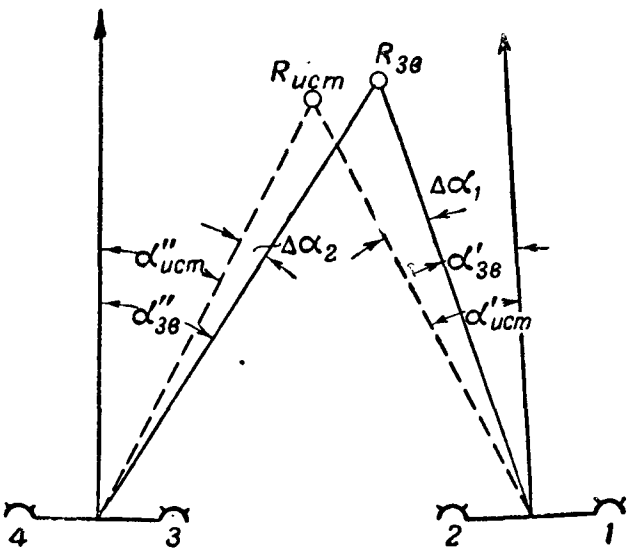


Рис. 136. Определение систематической ошибки при нанесении на планшет истинного положения репера $R_{ист.}$ и положения, определенного звуковой разведкой $R_{зв.}$

На практике учет систематической ошибки производится путем ввода поправки в синус угла α или путем поворота директрисы на величину поправки $\Delta\alpha$, или же, наконец, путем непосредственного построения истинного направления директрисы, т. е. направления, исправленного на величину систематической ошибки.

В первом случае, имея на планшете построительные окружности, определяют для каждой базы при помощи циркуля и масштабной линейки величину синуса угла α по реперу, нанесенному по истинным координатам. Затем путем вычитания из величины $\sin\alpha^R_{ист}$ величину $\sin\alpha^R_{зв}$, полученную по звуковым засечкам (по τ среднему и длине базы во времени T), определяют поправку, которая будет равна:

$$\Delta\sin\alpha = \sin\alpha^R_{ист} - \sin\alpha^R_{зв}. \qquad (13)$$

Теперь для того, чтобы получить истинную величину синуса угла α по какой-либо цели ($\sin\alpha^{ц}_{ист}$), прибавляют полученную поправку $\Delta\sin\alpha$ к величине $\sin\alpha^{ц}_{зв}$, полученной по этой цели, и получают

$$\sin\alpha^{ц}_{ист.} = \sin\alpha^{ц}_{зв.} + \Delta\sin\alpha. \qquad (14)$$

Пример. Пусть с правой базы определили по реперу $\sin\alpha^R_{ист} = -250$ и $\sin\alpha^R_{зв} = -190$; поправка будет равна $\Delta\sin\alpha = -60$. Получив теперь

по какой-либо цели величину $\sin \alpha^{ц}_{зв} = -200$, будем иметь величину синуса угла α по этой цели с учетом систематической ошибки $\sin \alpha^{ц}_{ист} = -260$.

Исключение систематической ошибки путем поворота директрисы можно производить в тех случаях, когда директрисы были уже построены обычным способом. Предположим, что работа велась при помощи директрис и дуг, изображенных на рис. 137 сплошными линиями.

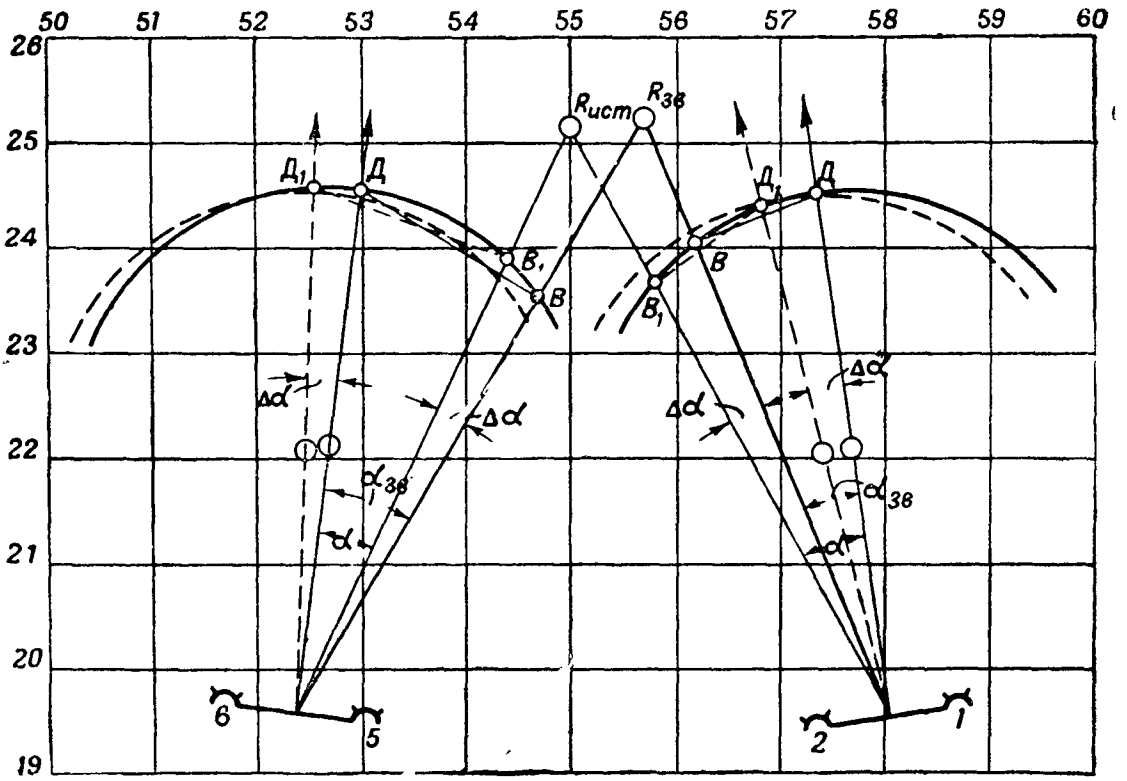


Рис. 137. Исключение систематической ошибки поворотом директрис

В результате создания звукового репера получили на планшете точки $R_{ист}$ и $R_{зв}$. В этом случае измеряют углы $\Delta\alpha$ между направлениями на точки $R_{ист}$ и $R_{зв}$ (рис. 137) хордоугломером и согласно полученным величинам этих углов повертывают директрисы, т. е. строят новые направления их, измененные на величины $\Delta\alpha$. Поворот директрис производится в сторону истинного положения репера ($R_{ист}$). Как видно из рис. 137, директрисы обеих баз повернуты влево. На рис. 137 положение повернутых директрис показано пунктиром.

В дальнейшем построение направлений на цель производится от этих исправленных директрис, для чего на их направлениях проводят построительные дуги, показанные на рис. 137 пунктиром, а ранее проведенные дуги стирают.

Совершенно очевидно, что директрисы можно повернуть, не пользуясь хордоугломером. Для этого надо хорду $ДВ$, соответственно равную синусу угла $\alpha(\sin \alpha^{R}_{зв})$, отложить в обратную сторону по дуге от точки B_1—точки пересечения окружности с направлением на $R_{ист}$, как это показано пунктирной линией на рис. 137. Затем через полученную точку $Д_1$ провести новую директрису.

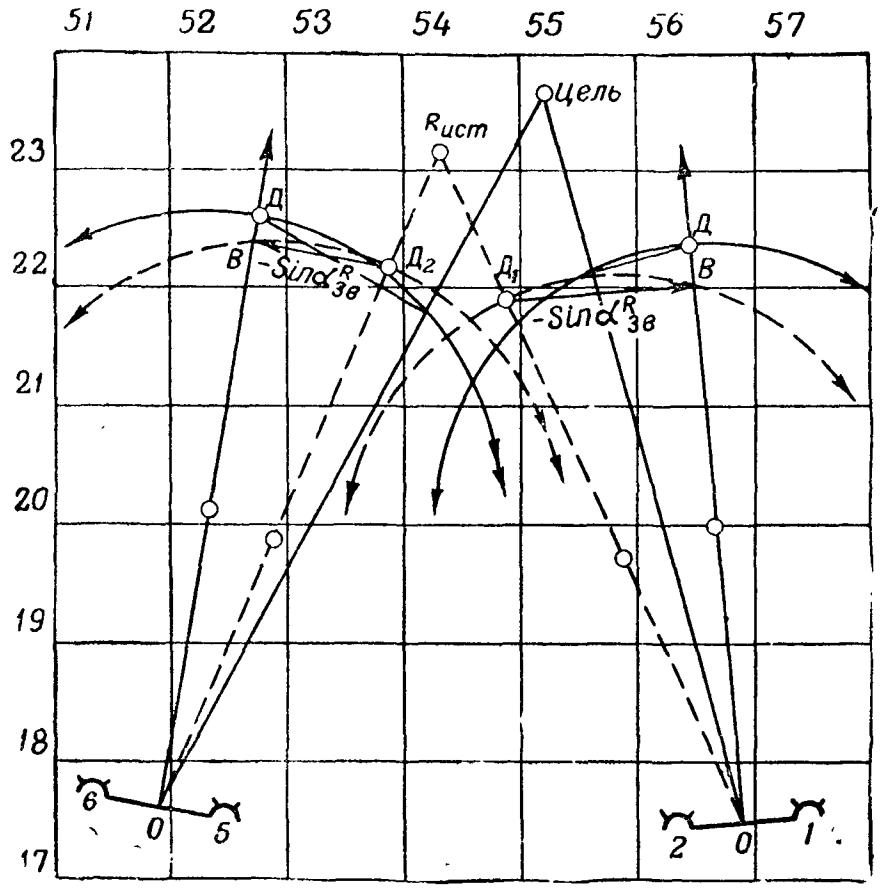


Рис. 138. Построение истинной директрисы по звуковому реперу

Исключение систематической ошибки путем непосредственного построения истинной директрисы производят в тех случаях, когда директрисы не были построены обычным путем. В этом случае на планшет наносят репер $R_{ист}$ по истинным координатам (рис. 138), прочерчивают на него направления из центров каждой базы и на этих направлениях проводят построительные дуги (на рис. 138 дуги указаны пунктиром), в пересечении которых с направлениями $OR_{ист}$ получают точки $Д_1$ и $Д_2$. По получении по данному реперу синусов углов $\alpha^{R}_{зв}$ откладывают от точек $Д_1$ и $Д_2$ по дуге величины их (хорды $Д_1B$ и $Д_2B$) с обратным знаком и получают точки B. Эти точки и будут

лежать на истинных направлениях директрис. Далее через полученные точки B проводят направления директрис и дуги с центром на этих директрисах. Ранее прочерченные направления на точку $R_{ист}$ и дуги стирают.

При получении синусов углов α по какой-либо цели построение направлений производят от вновь построенных директрис (рис. 138). При наличии третьей базы поворот или построение директрис производится так же, как и для правой или левой базы.

При создании в полосе разведки двух и более реперов, как это указано на рис. 135, работа ведется на отдельных планшетах соответственно каждому реперу. Если же поправка вводится в синус угла α по цели, то работу ведут на одном планшете независимо от числа реперов, принимая для каждой цели соответствующую величину поправки, полученную по одному или другому реперу.

Как указывалось выше, при изменении метеорологических элементов на величины, указанные на стр. 228, систематическая ошибка определяется заново.

При работе с учетом систематической ошибки репер и цель засекаются обычно по $\sin\alpha$ без учета каких-либо поправок, и только при небольших дальностях, когда разность поправок на удаление по реперу и по цели велики (более 1—2 делений угломера), репер и цель засекаются с учетом поправок на удаление.

При работе в горных условиях, когда разница в высотах местоположения репера и цели велика, вводится поправка на превышение.

Работа с учетом систематической ошибки имеет тот недостаток, что требует создания звуковых реперов и что при изменении метеорологических элементов свыше пределов, указанных на стр. 228, надо снова определять величину систематической ошибки, т. е. надо снова создавать звуковые реперы.

Если по каким-либо причинам не представляется возможным заново определить систематическую ошибку, то при изменении метеорологических элементов надо в получаемые по цели синусы углов α вводить поправку на изменение метеорологических элементов. Учет изменения температуры производится просто. Так как счетная звукометрическая линейка настраивается всегда по скорости звука при данной температуре, то при изменении температуры на $\pm 3°$ надо только передвинуть движок в соответствующую сторону: при увеличении температуры — влево, на одно деление шкалы, а при уменьшении температуры — вправо.

При изменении скорости или направления ветра надо определять разность поправок

$$\Delta\tau_W = \Delta\tau_{W_2} - \Delta\tau_{W_1},$$

где $\Delta\tau_{W_2}$ — поправка для данного момента и $\Delta\tau_{W_1}$ — поправка для момента создания звукового репера.

Пример. Пусть $\Delta\tau_{W_2} = -15$, а $\Delta\tau_{W_1} = -10$, тогда $\Delta\tau_W = -5$. При наличии метеобюллетеня с распределением метеорологических элементов по высоте поправки на ветер берут по значениям акустической высоты.

Если звуковой репер и цель засекались по синусам углов α с учетом поправки на ветер, то при изменении скорости и направления ветра поправка на ветер вводится обычным порядком.

Но подобного рода учет изменения метеорологических элементов менее точен, чем учет с помощью реперов, поэтому прибегать к нему надо только в крайних случаях.

При изменении параллакса перьев поправку на изменение вносят, как и поправку на ветер, т. е.

$$\Delta\tau_P = \Delta\tau_{P_2} - \Delta\tau_{P_1},$$

где $\Delta\tau_{P_2}$ — поправка для данного момента и
$\Delta\tau_{P_1}$ — поправка для момента создания звукового репера.

Учет систематической ошибки при топографической привязке звуковых постов по карте приемами глазомерной съемки

Непременным условием для работы с учетом систематической ошибки должно быть равенство ошибок при засечке репера и при засечке цели.

В дальнейшем будем считать, что ошибки при засечке репера и цели, вызываемые ошибками в определении и учете метеорологических данных, одинаковы.

При топографической привязке звуковых постов по карте приемами глазомерной съемки круговая ошибка привязки принимается равной 1—2 *мм* в масштабе карты. Например, при работе с картой в масштабе 1:25000 или 1:50000 круговая ошибка в привязке будет в первом случае порядка 25—50 *м* и во втором случае порядка 50—100 *м*. Привязка звуковых постов по карте производится к двум разным контурным точкам, поэтому в данном случае будем иметь круговую ошибку привязки $r_1 = r\sqrt{2}$. В соответствии с этим будем считать ошибку топографической

привязки звуковых постов по карте $r\sqrt{2} = 50$ *м* при работе с картой в масштабе 1:25 000 и $r\sqrt{2} = 100$ *м* при работе с картой в масштабе 1:50 000.

Для исследования вопроса возможности работы с исключением систематической ошибки при топографической привязке звуковых постов по карте воспользуемся формулами (5) и (8).

Будем обозначать углы α и дальности по реперу через α_R и $Д_R$, а углы α и дальности по цели через $\alpha_ц$ и $Д_ц$. Обозначим случайные ошибки по направлению r_1 через a_1 и по направлению r_2 — через a_2. Согласно формул (5) и (8) найдем разность в ошибках по реперу и по цели:

$$\Delta\alpha_1 = \Delta\alpha_R - \Delta\alpha_ц = a_1\left(\frac{1}{2Д_R}\cos\alpha_R - \frac{1}{l}\operatorname{tg}\alpha_R - \right.$$

$$\left. - \frac{1}{2Д_ц}\cos\alpha_ц + \frac{1}{l}\operatorname{tg}\alpha_ц\right)$$

или

$$\Delta\alpha_1 = a_1\left[\frac{1}{2Д_R}\cos\alpha_R - \frac{1}{2Д_ц}\cos\alpha_ц + \frac{1}{l}(\operatorname{tg}\alpha_ц - \operatorname{tg}\alpha_R)\right] \quad (15)$$

и

$$\Delta\alpha_2 = \Delta a_R - \Delta\alpha_ц = a_2\left(\frac{1}{2Д_R}\sin\alpha_R + \frac{1}{l} - \right.$$

$$\left. - \frac{1}{2Д_ц}\sin\alpha_ц - \frac{1}{l}\right)$$

или

$$\Delta\alpha_2 = a_2\left(\frac{1}{2Д_R}\sin\alpha_R - \frac{1}{2Д_ц}\sin\alpha_ц\right). \quad (16)$$

Исследуем сначала вопрос при $\alpha_R = \alpha_ц$. В этом случае

$$\Delta\alpha_1 = \frac{a_1}{2}\cos\alpha\left(\frac{1}{Д_R} - \frac{1}{Д_ц}\right) \text{ и } \Delta\alpha_2 = \frac{a_2}{2}\sin\alpha\left(\frac{1}{Д_R} - \frac{1}{Д_ц}\right).$$

Переходя теперь к срединным ошибкам и считая $a_1 = a_2 = r$, будем иметь, что

$$E_{\alpha Д} = \sqrt{\Delta\alpha_1^2 + \Delta\alpha_2^2}$$

или

$$E_{\alpha Д} = \frac{r}{2}\sqrt{\cos^2\alpha\left(\frac{1}{Д_R} - \frac{1}{Д_ц}\right)^2 + \sin^2\alpha\left(\frac{1}{Д_R} - \frac{1}{Д_ц}\right)^2}, \quad (17)$$

откуда

$$E_{\alpha Д} = \frac{r}{2}\cdot\frac{Д_ц - Д_R}{Д_ц Д_R}, \quad (18)$$

где $E_{\alpha Д}$ — срединная ошибка в определении направления на цель с учетом систематической ошибки при одинаковых углах α по реперу и по цели.

Пример. При $Д_ц = 5{,}5$ *км* и при $Д_R = 7{,}5$ *км* ошибка $E_{\alpha Д}$ при $r = 100$ *м* будет равна 2,4 деления угломера.

Отсюда видим, что ошибка $E_{\alpha Д}$ мала.

Следовательно, при условии равенства углов α по реперу и по цели учет систематической ошибки при привязке звуковых постов по карте производить можно.

При одинаковых дальностях до репера и до цели, т. е. когда $Д_R = Д_ц$, получаем:

$$\Delta\alpha_1 = a_1\left[\frac{1}{l}(\operatorname{tg}\alpha_ц - \operatorname{tg}\alpha_R) + \frac{1}{2Д}(\cos\alpha_R - \cos\alpha_ц)\right] \quad (19)$$

и

$$\Delta\alpha_2 = \frac{a_2}{2Д}(\sin\alpha_R - \sin\alpha_ц). \quad (20)$$

Принимая во внимание, что на практике угол α редко бывает больше 30°, величина $\frac{1}{2Д}(\cos\alpha_R - \cos\alpha_ц)$ при средних дальностях засечки мала (при $r = 100$ *м* порядка одного деления угломера). Вследствие этого членом $\frac{1}{2Д}(\cos\alpha_R - \cos\alpha_ц)$ ввиду его малости будем пренебрегать. Величина $\frac{a_2}{2Д}(\sin\alpha_R - \sin\alpha_ц)$ при $a_2 = 100$ *м* будет порядка нескольких делений угломера и по сравнению с величиной $\frac{a_1}{l}(\operatorname{tg}\alpha_ц - \operatorname{tg}\alpha_R)$ при углах $\alpha_ц$ и α_R, не равных нулю, будет мала, и этой величиной также будем пренебрегать. При таком условии согласно формуле (19) при $a_1 = r$ будем иметь срединную ошибку, равную

$$E_\alpha = \frac{r}{l}(\operatorname{tg}\alpha_ц - \operatorname{tg}\alpha_R), \quad (21)$$

где E_α — срединная ошибка в определении направления на цель с учетом систематической ошибки при одинаковых дальностях по цели и по реперу. Согласно формуле (4) можем сказать, что ошибка E_α зависит только от ошибки в определении длины базы l.

Для анализа этой формулы составим таблицу ошибок E_α при $\alpha_ц = 30°$ и при различных углах α_R.

Таблица ошибок E_α при $\alpha_ц = 30°$, при различных значениях r и при $l = 1$ *км*

α_R \ r	1	2	3	5	10	25	50	100
0	1	1	2	3	6	15	29	58
15	0	0	1	3	4	7	14	27
30	0	0	0	0	0	0	0	0

Из таблицы видно, что при $r > 3$ *м* ошибки в зависимости от разности в углах α по реперу и по цели могут достигать значительных величин. В данном случае работа с учетом систематической ошибки может дать удовлетворительные результаты только при ошибках привязки звуковых постов не более 3 *м*, т. е. при ошибке в длине базы не более 3 *м*.

Наконец, рассмотрим вопрос при условии, что длина акустической базы определена точно.

В этом случае в формуле (15) член $\frac{1}{l}(\operatorname{tg}\alpha_ц - \operatorname{tg}\alpha_R)$, зависящий от ошибки в определении длины базы, пропадет, так как ошибка в длине базы Δl будет равна не a_1, а нулю, и тогда срединная ошибка при засечке цели согласно формулам (15) и (16) при $a_1 = a_2 = r$ будет:

$$E_\alpha = r\sqrt{\Delta\alpha_1^2 + \Delta\alpha_2^2}$$

или

$$E_\alpha = \frac{r}{2}\sqrt{\left(\frac{1}{Д_R}\cos\alpha_R - \frac{1}{Д_ц}\cos\alpha_ц\right)^2 + \left(\frac{1}{Д_R}\sin\alpha_R - \frac{1}{Д_ц}\sin\alpha_ц\right)^2} =$$

$$= \frac{r}{2}\sqrt{\frac{1}{Д_R^2}\cos^2\alpha_R + \frac{1}{Д_ц^2}\cos^2\alpha_ц - \frac{2}{Д_R Д_ц}\cos\alpha_R\cos\alpha_ц + \frac{1}{Д_R^2}\sin^2\alpha_R +}$$

$$+ \frac{1}{Д_ц^2}\sin^2\alpha_ц - \frac{2}{Д_R Д_ц}\sin\alpha_R\sin\alpha_ц =$$

$$= \frac{r}{2}\sqrt{\frac{1}{Д_R^2} + \frac{1}{Д_ц^2} - \frac{2}{Д_R Д_ц}\cos(\alpha_R - \alpha_ц)}.$$

Вынесем $Д_R Д_ц$ из-под корня и, обозначив разность углов $\alpha_R - \alpha_ц$ через β, получим:

$$E_\alpha = \frac{r}{2Д_R Д_ц}\sqrt{Д_ц^2 + Д_R^2 - 2Д_R Д_ц\cos\beta}. \qquad (22)$$

Выражение под корнем есть не что иное, как квадрат стороны, лежащей против угла β треугольника *ОRЦ* (рис. 139). Обозначив эту сторону (*ЦR*) через *P*, будем иметь:

$$E_\alpha = \frac{rP}{2Д_R Д_ц}, \qquad (23)$$

где E_α — срединная ошибка в определении направления на цель при учете систематической ошибки и при точном определении длины базы (ошибка, зависящая только от ошибки в определении центра акустической базы).

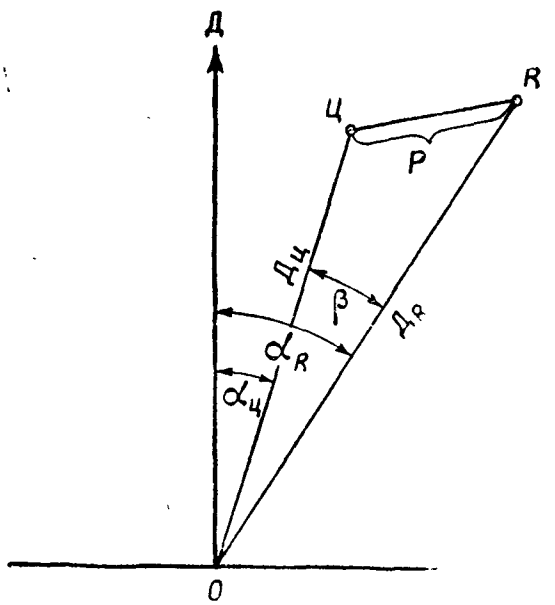


Рис. 139. Положение репера (точки *R*) относительно цели

Пример. Возьмем $P = 2$ *км* и дальности до репера и до цели 7 *км*, тогда при $r = 100$ *м* ошибка в засечке цели будет:

$$\frac{100 \cdot 2000}{2 \cdot 49000000} = 0{,}002,$$

или 2 деления угломера.

Таким образом, при точном определении длин акустических баз (с ошибкой не более 3 *м*) при средних дальностях засечки работа с учетом систематической ошибки может дать удовлетворительные результаты даже при привязке звуковых постов по карте масштаба 1 : 50 000.

Отсюда видно, какое большое значение имеет точное определение длины базы *l*.

Длина акустической базы при топографической привязке звуковых постов по карте может определяться непосредственным промером на местности или же по звуку, как это указано в § 2 главы XI[1].

---

[1] Если подрывы будут производиться на линии, направленной вдоль данной базы и с внешней стороны, то величина *S* в формуле (1) главы XI не учитывается, т. е. длина базы определяется по формуле (2) главы XI, а база во времени *T* рассчитывается по формуле

$$T = \frac{\tau_{AB} + \tau_{BA}}{2000},$$

где τ_{AB} — средняя величина отсчета при подрыве на посту *A*;

τ_{BA} — средняя величина отсчета на посту *B*.

Число подрывов на каждом посту должно быть 2—3. При производстве подрывов у одного звукоприемника данной базы длина базы должна рассчитываться по формуле (3) главы XI без поправки Δl.

Центр акустической базы после получения точной длины ее остается на планшете на прежнем его месте, т. е. там, где он был нанесен согласно координатам звуковых постов, определенным по карте.

В заключение необходимо отметить, что точное определение длины базы при привязке звуковых постов по карте может быть произведено или промером, или по звуку. В первом случае определение возможно только на благоприятной местности при взаимной видимости звуковых постов данной базы, во втором случае при изменении метеорологических данных необходимо производить проверку определения длины акустической базы. Кроме того, ошибки в определении центра базы могут быть значительно больше 100 *м*. Это говорит о том, что определение точных координат с учетом систематической ошибки при топографической привязке звуковых постов по карте является делом трудным и недостаточно надежным.

Наиболее надежным решением определения точных координат целей с учетом систематической ошибки является решение при аналитическом методе привязки звуковых постов.

§ 6. ОШИБКИ В ОПРЕДЕЛЕНИИ КООРДИНАТ ЦЕЛЕЙ

Для расчета ошибок в определении координат целей воспользуемся формулой, приведенной в книге Дьяконова В. Г. „Курс наземной артиллерии", книга 10.

Формула эта выведена при условии, что дальности до цели от центров акустических баз одинаковые. Формула имеет такой вид:

$$a = \frac{\sqrt{2}}{2} \frac{ДЕ}{1000 \sin \beta} \text{ и } b = \frac{\sqrt{2}}{2} \frac{ДЕ}{1000 \cos \beta}, \qquad (24)$$

где a — большая полуось эллиптической ошибки в метрах;

b — малая полуось эллиптической ошибки в метрах;

$Д$ — дальность засечки в метрах;

E — срединная ошибка в определении угла α;

β — половина угла засечки.

Из формулы (24) видно, что ошибки a и b зависят от дальности засечки, ошибки в угле α и от величины угла засечки. Интересно отметить, что полуось a увеличивается с уменьшением угла засечки 2β. При $2\beta = 90°$ ошибки a и b делаются равными и эллиптическая ошибка превращается в круговую.

С точки зрения точности работы желательно углы 2β иметь равными 90°, но в этом случае надо иметь очень

длинные геометрические базы, следовательно, очень широкий фронт развертывания батареи. Ввиду этого длины геометрических баз берут порядка половины дальности засечки. В этом случае углы 2β будут около 30° или синус угла β порядка 0,25. При меньших длинах геометрических баз, т. е. при меньших величинах углов засечки, полуось a делается большой и не удовлетворяет точности определения координат цели.

Наименьшая величина полуоси a получается при работе с учетом систематической ошибки при засечке цели непосредственно после засечки репера. В этом случае при $E_{\alpha_c} = 2{,}3$ делениям угломера (см. § 4 настоящей главы) и $2\beta = 30°$: $a = \frac{\sqrt{2}}{2} \frac{Д \cdot 2{,}3 \cdot 4}{1000} = 6{,}5 \frac{Д}{1000}$ или около $0{,}7\%Д$ и $b = 0{,}2\%\ Д$ или 2 деления угломера. Например, при $Д = 7$ *км* $a = 49$ *м* и $b = 14$ *м*.

Метеорологические данные после определения систематической ошибки и до следующего ее определения изменяются, в силу чего увеличивается ошибка в определении координат цели. Вследствие этого, как показывают работы, ошибки по дальности получаются порядка $1\%Д_з$ и по направлению порядка 4 делений угломера. Заметим, что ошибки, получаемые вследствие изменения метеорологических данных, являются зависимыми, они вызываются на обеих базах одной и той же причиной, поэтому ошибки эти не могут быть учтены по формуле (24), которая дана для ошибок независимых.

При учете систематической ошибки при аналитическом методе привязки звуковых постов наиболее полно учитываются ошибки в определении метеорологических элементов данного момента, а также ошибки, возникающие вследствие ошибок привязки звуковых постов.

При работе с учетом распределения метеорологических элементов по высоте ошибки при засечке цели, получающиеся вследствие ошибок в привязке звуковых постов, не исключаются; кроме того, недостаточно полно учитываются ошибки в определении и учете метеорологических элементов.

Поэтому способ работы с учетом систематической ошибки при аналитическом методе привязки звуковых постов является наиболее точным и вследствие этого считается основным способом работы при определении точных координат целей.

Графически ошибки в определении координат целей при работе различными способами можно представить так, как это изображено на рис. 140, на котором истинное положение цели показано в точке $Ц$, засеченное в точке $Ц'$.

При работе с учетом наземных метеорологических данных при дальности засечки более 4—5 *км* постоянная ошибка (вектор A) велика (может достигать нескольких сот метров).

При работе с учетом распределения метеорологических данных по высоте постоянная ошибка (вектор A) гораздо меньше, чем при работе с учетом наземных метеорологических данных. Наконец, при работе с учетом систематической ошибки постоянная ошибка близка к нулю (вектор A близок к нулю).

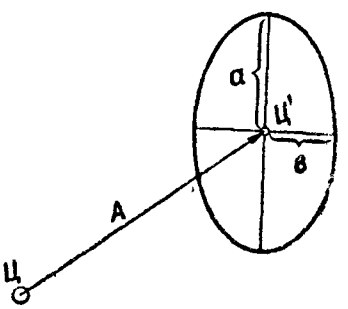


Рис. 140. Смещение центра группирования (эллипса ошибок) на величину вектора A относительно истинного положения цели точки $Ц$

Эллиптическая ошибка, вызываемая случайными ошибками, при всех способах работы остается постоянной и равной по дальности $1\%\, Д_э$ и по направлению 4 делениям угломера.

В заключение следует сказать, что на основе анализа ошибок и опыта работы акустические базы следует брать длиной в 1—1,5 *км*, геометрические базы должны быть равны половине дальности засечки (углы засечки 2β около 30°) и углы α не более 30°.

ЗАДАЧИ К ГЛАВЕ VIII

Задача 1. Определить ошибку в определении поправки на ветер при $W = 5$ *м/сек* и $\theta = 5\text{-}00$, если при определении этих величин допустили ошибку в скорости ветра на 1 *м/сек* и в направлении на 1-00 в большую сторону. (*Ответ*: 3 тысячных.)

Задача 2. Определить ошибку в $\sin\alpha$ при $\tau = 1$ секунде, $l = 1$ *км*, если при определении температуры $t = +20°$ сделали ошибку на 3° в большую сторону. (*Ответ*: 2 тысячных.)

Задача 3. Пользуясь формулой (21), определить разность между ошибками при засечке репера и при засечках цели, если по реперу получили $\operatorname{tg}\alpha_Р = +0{,}100$ и по цели $\operatorname{tg}\alpha_ц = +0{,}400$; $r = 20$ *м* и $l = 1$ *км*. (*Ответ*: 6 тысячных.)

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ГЛАВЕ VIII

1. Как подразделяются координаты целей с точки зрения точности их засечки?
2. От чего зависит точность определения координат цели?
3. В каких случаях получаются точные и приближенные координаты?
4. Какие координаты принимаются за истинные при неоднократной засечке цели при условии получения точных координат?
5. Какова зависимость срединной ошибки в определении координат целей от числа засечек?
6. Что понимается под засечкой цели?
7. Как используются точные и приближенные координаты?
8. Каковы причины ошибок звуковой разведки при работе с учетом распределения метеорологических элементов по высоте?
9. Какие наблюдаются изменения метеорологических элементов?

10. Какие ошибки в засечке вызываются быстрыми и медленными изменениями метеорологических элементов?

11. Какова зависимость ошибки разброса от длины базы l?

12. Какие ошибки вызываются неточным определением координат звуковых постов?

13. Чему равна ошибка в определении направления на цель в зависимости от ошибки, идущей по направлению r_1?

14. Чему равна ошибка в определении направления на цель в зависимости от ошибки, идущей по направлению r_2?

15. Чему равна срединная ошибка E_{α_m}?

16. Чем вызывается ошибка E_{α_n} и какова величина ее?

17. Какими ошибками сопровождается определение угла α при работе с учетом распределения метеорологических элементов по высоте?

18. Какая прибавляется ошибка при работе с учетом наземных метеорологических данных к ошибкам, получающимся при работе с учетом распределения метеорологических элементов по высоте?

19. Какие ошибки относятся к постоянным ошибкам?

20. Какая ошибка называется систематической ошибкой?

21. Какими ошибками сопровождается определение угла α при засечке цели с учетом систематической ошибки при аналитической привязке звуковых постов?

22. Какие недостатки работы с учетом систематической ошибки?

23. Какое условие должно быть выполнено при определении систематической ошибки?

24. Как создаются звуковые реперы?

25. Какие имеются преимущества и недостатки в создании звуковых реперов различными способами?

26. Как производится учет систематической ошибки?

27. В зависимости от чего снова производится определение систематической ошибки?

28. Чему равна ошибка при определении направления на цель при работе с учетом систематической ошибки, когда привязка звуковых постов производится по карте?

29. Чему равна ошибка в определении направления на цель согласно вопросу 28 при точном определении длины акустической базы?

30. Чему равна ошибка в определении направления на цель согласно вопросу 28 при одинаковых дальностях до репера и до цели, а также при одинаковых углах по реперу и по цели?

31. С какой точностью должна быть определена длина базы при работе с учетом систематической ошибки при привязке звуковых постов по карте для того, чтобы получить точные координаты цели?

32. От чего зависит ошибка в определении координат целей?

33. Какой из способов определения точных координат целей следует считать основным и почему?

Глава IX

РАЗВЕРТЫВАНИЕ И БОЕВАЯ РАБОТА БАТАРЕИ ЗВУКОВОЙ РАЗВЕДКИ В РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ БОЯ

§ 1. ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К РАСПОЛОЖЕНИЮ ЭЛЕМЕНТОВ БОЕВОГО ПОРЯДКА БАТАРЕИ

При развертывании батареи в боевой порядок необходимо иметь в виду, что успех работы во многом зависит от правильного выбора мест расположения отдельных элементов боевого порядка батареи. Поэтому, прежде чем приступить к изложению вопросов развертывания батареи, рассмотрим сначала требования, которые предъявляются к отдельным элементам боевого порядка батареи звуковой разведки.

Требования, предъявляемые к посту предупреждения

В задачу поста предупреждения входят:

— разведка артиллерии и минометов противника и наблюдение за огневой деятельностью их,

— пуск регистрирующего прибора и

— наблюдение за действиями противника и передовыми частями своей пехоты.

Место расположения поста необходимо выбирать с таким расчетом, чтобы обеспечить:

— хороший обзор в сторону противника и хорошую слышимость из заданного сектора разведки,

— своевременность пуска регистрирующего прибора и

— удобство прокладки линий связи и маскировку их от наземного и воздушного наблюдения.

Подходы к посту должны быть скрытыми.

Для обеспечения своевременного пуска регистрирующего прибора необходимо иметь в виду следующее. Место поста предупреждения должно быть выбрано с таким расчетом, чтобы звуковая волна приходила к нему раньше примерно на 1,5 секунды, чем к любому звуковому посту. В зависимости от этого пост предупреждения должен находиться впереди всех звуковых постов и ближе к возможным положениям целей любого из них примерно мет-

ров на 500. В связи с этим место для поста предупреждения устанавливают таким порядком. В полосе разведки намечают ближайшую границу возможных положений целей и из фланговых точек ее *В* и *А* (рис. 141) проводят дуги с таким расчетом, чтобы расстояние между дугой и ближайшим к этой точке звуковым постом было приблизительно 500 *м*. Район, ограниченный дугами, пересе-

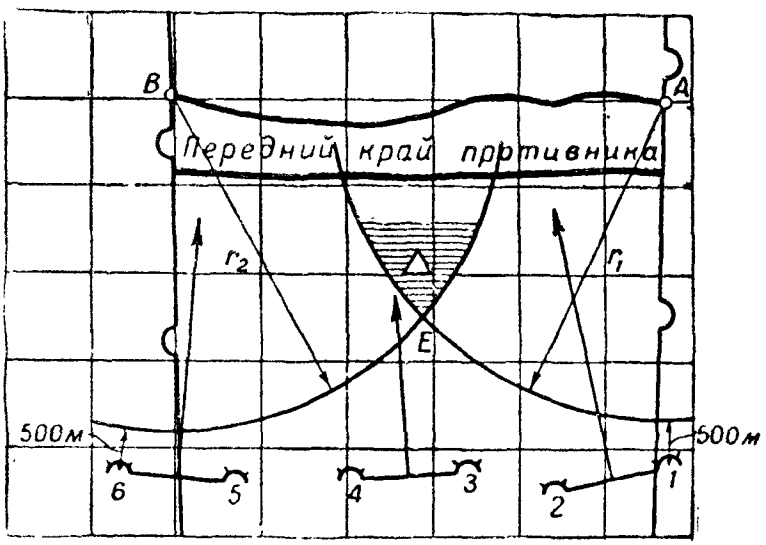


Рис. 141. Определение района расположения поста предупреждения

кающимися в точке *Е*, и линией, расположенной метрах в 500 от передовых частей своей пехоты, и будет районом возможного положения поста предупреждения. На рис. 141 район этот заштрихован. Располагать пост предупреждения ближе 500 *м* к переднему краю своих частей не следует, так как ружейно-пулеметная стрельба будет затруднять прием на слух звуков выстрелов.

Расстояние, равное примерно 500 *м*, между дугой и ближайшим к точкам *А* или *В* звуковым постом берут в соответствии со следующими положениями.

Реагирование разведчика на звук выстрела (разрыва снаряда) происходит не мгновенно. На это уходит около 0,2 секунды. После пуска регистрирующего прибора лента набирает нормальную скорость примерно за 0,5—1 секунду. Таким образом, между приходом звука к предупредителю и к ближайшему к целям звуковому посту промежуток времени должен быть не менее 1 секунды. С некоторым запасом этот промежуток берут около 1,5 секунды. Звук за 1,5 секунды проходит примерно расстояние 500 *м*. Поэтому между дугой и звуковым постом берут расстояние 500 *м*.

Вполне возможно, что район расположения поста предупреждения окажется небольшим и близко расположенным к переднему краю противника, а возможно также, что дуги, проведенные из точек *B* и *A*, нигде не пересекутся (рис. 142). В этих случаях или относят назад рубеж развертывания звуковых постов, или же выставляют два

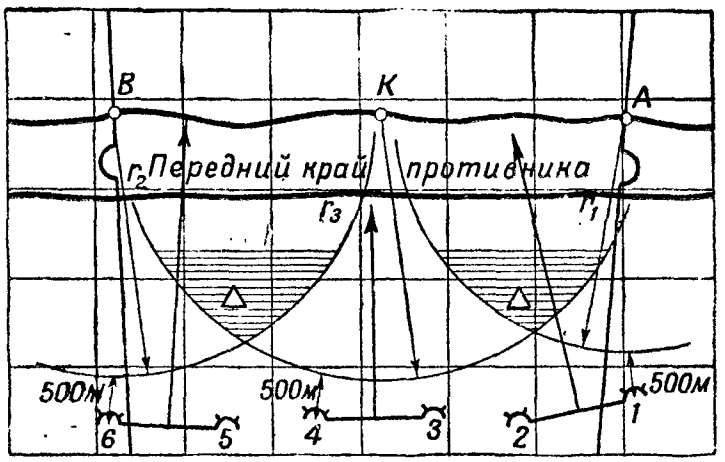


Рис. 142. Определение района расположения двух постов предупреждения

поста предупреждения. Для определения возможных районов расположения каждого из постов предупреждения проводят еще одну дугу с центром в точке *K* посредине линии *AB*, проходящую от ближайшего к этой точке звукоприемника также в 500 *м*. В результате пересечения этой дуги с двумя другими дугами получают два района возможного положения постов предупреждения.

На рис. 142 районы эти заштрихованы. Пост предупреждения, расположенный в правом районе, будет обеспечивать правую часть полосы разведки, а пост предупреждения, расположенный в левом районе, — левую часть.

Включение двух приборов предупредителей в регистрирующий прибор должно быть последовательным.

Требования, предъявляемые к расположению поста звуковой разведки

Задачей поста звуковой разведки является прием звуков выстрелов и разрывов снарядов и передача электрических сигналов на регистрирующий прибор[1].

Место стояния звукоприемника является той точкой, относительно которой определяется момент прихода звука к посту звуковой разведки. Поэтому посты звуковой разведки являются основой боевого порядка батареи звуко-

[1] Пост звуковой разведки сокращенно называют просто звуковым постом.

вой разведки и выбору их должно быть уделено особое внимание.

Место расположения поста должно обеспечивать:

— хорошую слышимость;

— возможность быстро и точно выполнять топографическую подготовку;

— удобство прокладки и маскировки линий связи, а также маскировку от наземного и воздушного наблюдения противника.

С целью обеспечения первого требования наиболее благоприятной местностью для расположения звуковых постов является местность ровная, без высоких густых лесов и с небольшой покатостью в сторону противника, а при работе летом и без крупных водоемов. Вообще посты звуковой разведки лучше располагать на возвышенных и открытых местах, избегая при этом вершин гор и гребней холмов.

Надо иметь в виду, что при наличии преград, в особенности в том случае, если размеры их превышают длину волны, понижается слышимость, так как за преградой образуется звуковая тень, впереди же их образуются отраженные волны, вследствие чего записи получаются с плохими началами и длинными хвостами. К такого рода преградам относятся крутые скаты больших высот, высокий густой лес, населенные пункты городского типа и отдельные большие строения.

Поэтому место расположения поста звуковой разведки надо выбирать в 200—300 *м* впереди указанных препятствий или сзади на расстоянии, которое должно быть не менее восьмикратного размера препятствия. Например, если высота деревьев в густом лесу равна примерно 25 *м*, то звуковой пост надо располагать не ближе 200 *м* от его опушки.

В лесистой местности, где невозможно избежать преград, звуковые посты лучше располагать на полянах, вырубках, просеках или на наиболее высоких местах. Небольшие рощи и кустарники на слышимость большого влияния не оказывают.

Не следует звуковые посты располагать в оврагах, в лощинах и вблизи крутых обрывов, а также внутри зданий. В последнем случае записи вследствие отражения от стен и сотрясения пола получаются с плохими началами. При размещении звукоприемников в подвалах с твердым грунтом начала записей получаются удовлетворительные.

В летнюю жаркую погоду не следует звуковые посты располагать за крупными водоемами. Не следует звуковые посты располагать вблизи дорог, где происходит оживленное движение, а также вблизи пулеметных и других огне-

вых точек. Шум проезжающих машин, стрельба и т. п. мешают работе звукоприемников. Ввиду этого звукоприемники следует располагать не ближе 200—300 *м* от указанных объектов.

Звуковые посты лучше располагать сзади или сбоку огневых позиций своих артиллерийских и минометных батарей, не в ущерб, конечно, дальности засечки. Например, если огневые позиции своей артиллерии расположены далеко от переднего края, то для достижения необходимой дальности засечки, в особенности при плохих условиях слышимости, звукоприемники следует располагать и впереди огневых позиций.

Для ускорения топографической привязки звуковых постов по карте желательно звуковые посты устанавливать вблизи контурных точек.

Требования, предъявляемые к расположению звуковых постов одной акустической базы

Как известно, направление на цель определяется при помощи двух звукоприемников, образующих акустическую базу. Поэтому оба звукоприемника каждой базы должны быть поставлены в одинаковые условия работы, что обеспечивает наибольшую точность засечки. Например, если один звукоприемник будет в силу необходимости расположен в лесу, то и другой должен быть поставлен в лесу; если летом в жаркое время один поставлен за озером, то и другой надо ставить за озером и т. д. На рис. 143

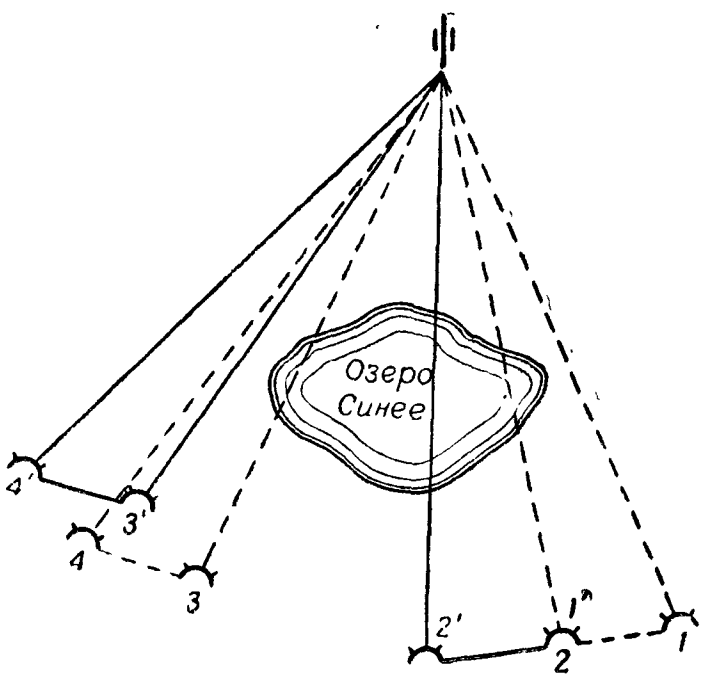


Рис. 143. Правильное (*1' — 2'* и *3' — 4'*) и неправильное (*1 — 2* и *3 — 4*) расположение звукоприемников за озером

цифрами *1*, *2*, *3*, *4* указано неправильное расположение звукоприемников относительно озера. Если по условиям местности нельзя расположить все звуковые посты так, чтобы на направлении распространения звуковой волны от цели до звукового поста не было озера, то лучше расположить за ним все звуковые посты или звуковые посты только одной базы, а звуковые посты другой вынести в сторону от него.

На рис. 143 правильное место звуковых постов обозначено точками *1'*, *2'*, *3'* и *4'*.

На слышимость, как нам известно, оказывают большое влияние скорость и направление ветра. При встречном ветре, увеличивающемся с высотой, или при попутном ветре, уменьшающемся с высотой, боевой порядок батареи звуковой разведки должен быть таким, чтобы влияние ветра меньше сказывалось на работе звуковой разведки.

Интересный пример в этом отношении приведен в статье генерала Жданова Н. Н. о работе звуковой разведки Ленинградского фронта в период Великой Отечественной войны, помещенной в „Артиллерийском журнале" № 7 за 1945 г.

В этой статье говорится, что артиллерия противника длительное время обстреливала промышленные районы Ленинграда. Одним из таких объектов, за которым охотился противник, был завод „Большевик". Но в результате мероприятий, принятых нашими артиллеристами, противник не мог подвести близко своих орудий к объекту разрушения, и ему пришлось поставить их далеко в глубине, чем он в достаточной степени затруднял работу наших разведывательных средств и в том числе работу звуковой разведки.

Далее в статье написано следующее:

„Однажды с началом обстрела завода все стрелявшие в этот момент батареи противника были накрыты нашим огнем. Однако обстрел завода продолжался. Нужно было во что бы ни стало найти вражескую батарею. Но как? Самолет в этот день поднять в воздух было нельзя из-за нелетной погоды: была низкая облачность и сильный юго-восточный ветер. Неоднократное фотографирование районов огневых позиций подтвердило лишь то, что нам было известно по данным звуковой и авиационной разведки. Тем временем описанный случай обстрела повторился и, что характерно, в тех же метеорологических условиях: нелетная погода, юго-восточный ветер.

Анализируя это положение, мы пришли к убеждению, что противник в данном случае применил дальнобойную батарею, которая, будучи тщательно замаскирована, про-

изводила стрельбу в невыгодных для нашей авиа- и звуковой разведки метеорологических условиях. Кроме того, впоследствии мы узнали, что эта батарея маскировалась еще и огнем других батарей, о чем свидетельствует запись в журнале боевых действий 768-го тяжелого артдивизиона от 6 ноября 1942 г.: „Во второй половине дня дивизион выпустил 28 снарядов с целью звукомаскировки орудий на железнодорожной установке, стрелявших из района Ново-Лисино".

Наша батарея звуковой разведки (БЗР), расположенная северо-восточнее Федоровское (рис. 144), была направлена на антропшинско-федоровскую артиллерийскую группировку противника, представлявшую для нас интерес. Все батареи этой группировки располагались в пределах досягаемости средств звуковой разведки и хорошо засекались ими. Но батарея, которая обстреливала завод, очевидно, была поставлена очень глубоко в обороне и могла быть засечена только при исключительно хороших для звуковой разведки метеорологических условиях. При старом же расположении БЗР, юго-восточном ветре и при условии, что плоскость стрельбы стрелявшей по заводу батареи, как предполагалось в тот момент, проходила до некоторой степени вдоль баз звукоприемников, создавались весьма неблагоприятные условия для работы БЗР. Записи на ленте БЗР получались настолько слабые, что невозможно было сделать никаких измерений.

Было решено поэтому создать такие условия, при которых можно было бы перемещать БЗР временно в положение, обеспечивавшее возможность засечки батарей противника, стрелявших на северо-восток при юго-восточном ветре. Для этого было проделано следующее:

1. Для БЗР был приготовлен новый боевой порядок северо-восточнее Слуцка (рис. 144), куда в случае необходимости могли быть перемещены приборы и там установлены в течение 3—4 часов.

2. Метеорологический взвод изготовил график, в котором по данным синоптики был дан месячный прогноз направления ветра. В частности, в этом графике нас интересовали дни, в которые предполагался юго-восточный ветер. Метеорологический взвод непрерывно следил за периодами смены ветра и предупреждал нас о появлении юго-восточного ветра. По получении этого сообщения командир группы немедленно приказывал БЗР занять новый боевой порядок, в результате чего получались благоприятные условия для звукометрической засечки.

И вот однажды при юго-восточном ветре БЗР заняла новый боевой порядок. В это время начался обстрел завода. На ленте звукометрической станции появилась чет-

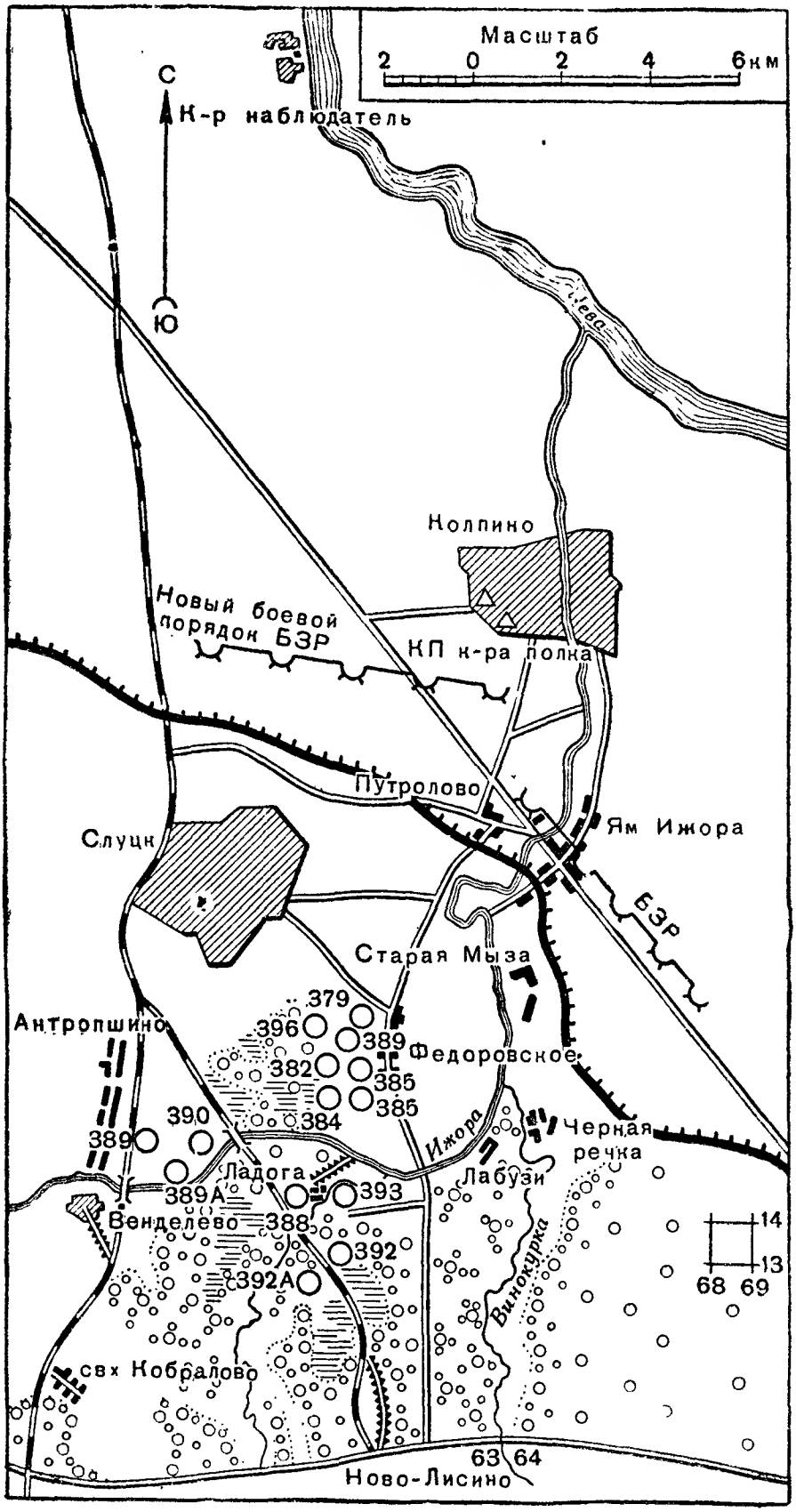


Рис. 144. Для засечки важных целей (392 и 392А) с целью уменьшения продольной слагающей встречного ветра боевой порядок БЗР переместили на север

кая запись. Снятые координаты показали местонахождение новых батарей (как потом выяснилось, железнодорожных установок), расположенных северо-западнее Ново-Лисино (цели № 392, 392А, см. рис. 144). Вскоре наши гвардейцы артиллерийского полка обрушились своим огнем на вражеские батареи. Результат был хороший: немецкие транспортеры с этой позиции больше огня не вели.

Впоследствии, пользуясь этим методом работы, мы обнаружили еще несколько позиций железнодорожных установок и успешно с ними боролись".

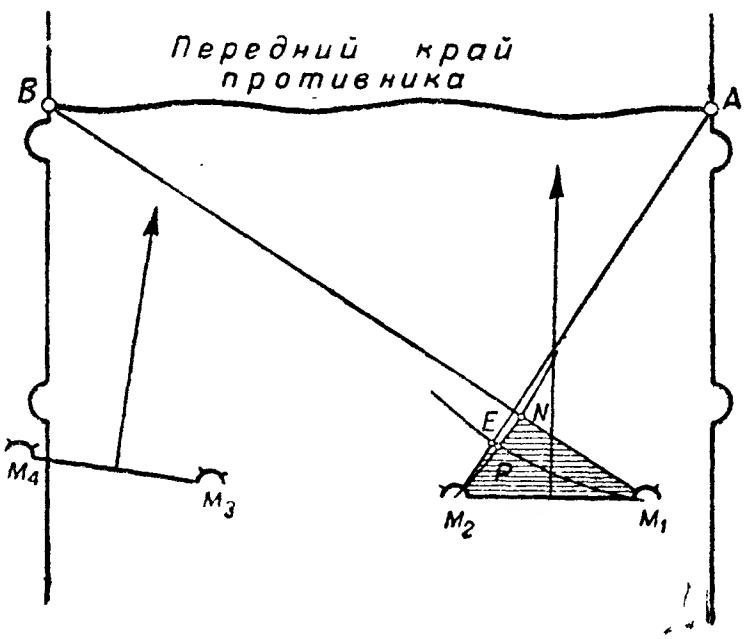


Рис. 145. Участок местности, на котором изменения метеорологических факторов сильно искажают отсчеты

Особенно важно иметь одинаковые условия в районе, в котором распространяются звуковые волны от момента подхода их к одному звукоприемнику данной базы и до момента подхода этой волны к другому звукоприемнику этой же базы.

На рис. 145 этот район на участке правой базы ограничен для звуковой волны, исходящей из точки A, дугой EM_1, отрезком луча EM_2 и базой M_1M_2. Для звуковой волны, исходящей из точки B, район этот ограничен дугой NM_2, отрезком луча NM_1 и базой M_1M_2. В результате для всех целей район этот будет M_1M_2EPN.

Район надежной работы

Из главы VIII нам известно, что ошибки определения координат целей зависят, в частности, от угла засечки, а при неточном определении длин акустических баз —

и от угла α. Ошибки эти увеличиваются с уменьшением угла засечки и с увеличением угла α. Исходя из этого, нежелательно иметь углы засечки менее 30° и углы α более 30°. В соответствии с этим районом надежной работы будем считать такой район, по любой точке которого углы засечки будут не меньше 30° и углы α будут не больше 30°.

С целью получения углов засечки от 30° и более длина геометрической базы должна быть не меньше половины дальности засечки.

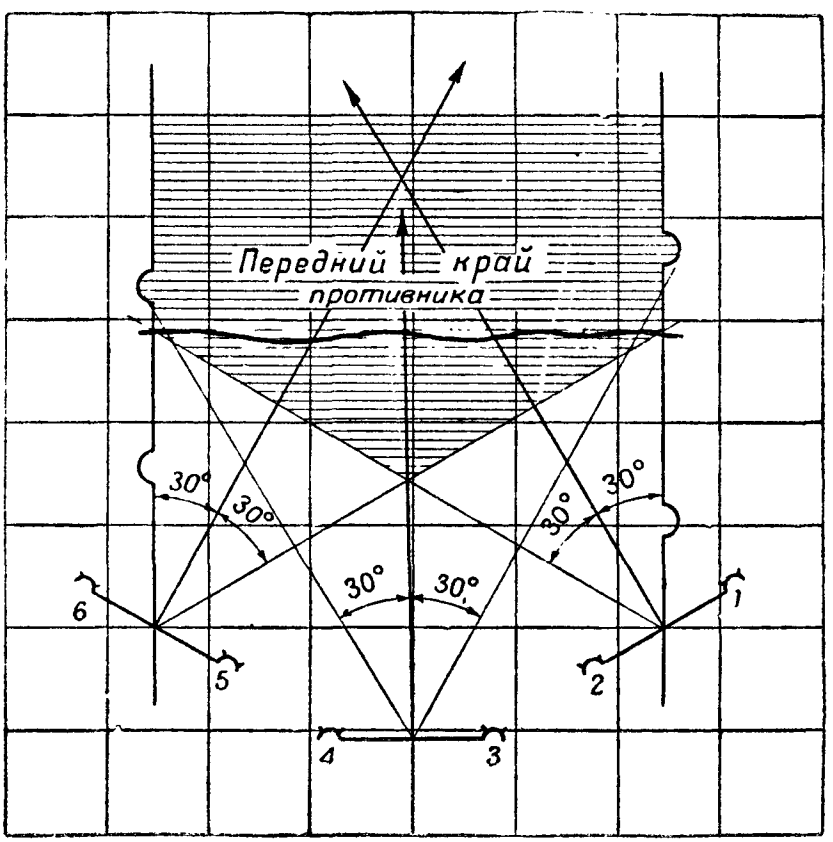


Рис. 146. Район надежной работы

С целью получения углов α до 30° директрисы акустических баз должны быть направлены под углом около 30° к границам полосы разведки, как это показано на рис. 146. Ближняя часть района надежной работы на рис. 146 от ближней границы его до 5 *км* от рубежа развертывания звуковых постов заштрихована[1].

При большом удалении звуковых постов от переднего края противника (порядка 4 *км*), как это изображено на рис. 147, и при ширине полосы разведки порядка 4 *км*,

[1] Район надежной работы будет и выше штриховки, показанной на рис. 146, но для того, чтобы не увеличивать размеров рисунка, на нем показана только часть района надежной работы.

направление директрис может итти под углом в 15° к границам полосы разведки. Звуковые посты в этом случае располагаются ближе к прямой линии.

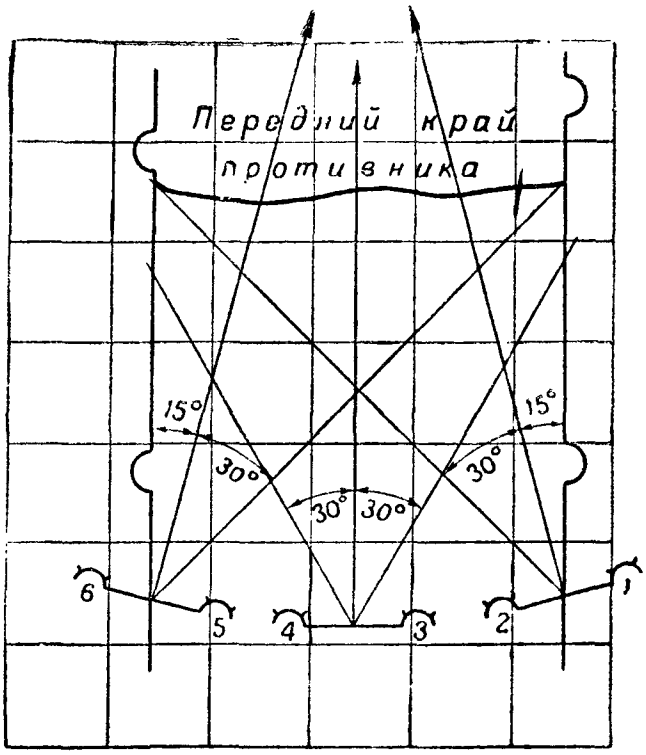


Рис. 147. Район надежной работы при большом удалении звуковых постов от переднего края противника

Из сказанного следует, что звукопосты надо располагать примерно по дуге окружности с центром в точке, расположенной посередине полосы разведки и удаленной от рубежа развертывания звукопостов на 6—8 *км*.

Требования, предъявляемые к расположению центрального пункта

Центральный пункт состоит из центральной станции (регистрирующего прибора), пункта обработки и узла связи.

Задачи центральной станции: а) прием сигналов с постов звуковой разведки и запись их на ленте регистрирующего прибора; б) прием и запись сведений, поступающих с поста предупреждения; в) управление работой поста предупреждения и постов звуковой разведки.

Задачи пункта обработки: а) обработка лент, полученных с центральной станции; б) снятие и обработка отсчетов; в) определение координат целей; г) ведение боевых документов; д) анализ целей; е) составление боевых донесений; ж) измерение отклонений при корректировании огня.

Место центрального пункта должно удовлетворять следующим требованиям — оно должно быть удобно:

— для работы и размещения людей и приборов;

— для прокладки линий связи и путей подъезда;

— для маскировки линий связи и самого пункта обработки от наземного и воздушного наблюдения противника.

Надежность и беспрерывность работы батареи звуковой разведки во многом зависят от линий связи. Учитывая это, центральный пункт нужно выбирать примерно посредине линии звуковых постов и с целью маскировки и обеспечения более спокойной работы несколько сзади этой линии. При наступлении рекомендуется центральный пункт располагать сзади линии звуковых постов, на расстоянии до 1 *км*, а при обороне — до 2—3 *км*[1].

Располагать центральный пункт на одном из флангов невыгодно, потому что линии связи до звуковых постов, расположенных на противоположном фланге, будут очень длинными. Электрическое сопротивление этих линий будет велико, дальность засечки с этих постов будет меньше, прокладка и обслуживание линий на эти посты будут затруднены.

Требования, предъявляемые к месту расположения метеорологического поста

Метеорологический пост развертывается отделением метеорологической службы батареи звуковой разведки.

В обязанности отделения метеорологической службы входит:

— производство наземных метеорологических наблюдений;

— обработка бюллетеней „Метеозвук", получаемых от артиллерийского метеорологического взвода (станции).

Отделение метеорологической службы в результате наземных метеорологических наблюдений определяет:

— наземную виртуальную температуру воздуха;

— направление и скорость наземного ветра.

Кроме того, отделение должно вести систематические визуальные наблюдения за состоянием погоды с целью своевременного обнаружения изменений погоды.

Наземные инструментальные и визуальные наблюдения, а также обработка бюллетеней „Метеозвук" производятся согласно правилам, изложенным в Наставлении АИР, ч. V.

Метеорологический пост располагается вблизи центрального пункта (метров в 50 от него) на возвышенном и от-

[1] Если не представляется возможным расположить центральный пункт сзади линии звуковых постов, то его можно расположить и впереди этой линии.

крытом месте. Следует избегать расположения метеорологического поста вблизи водных пространств, построек, скал, лощин, вершин холмов и т. п. Метеорологический пост должен быть укрыт от наблюдения противника.

Расположение автотранспорта

Автомашины батареи звуковой разведки сосредоточиваются обычно в районе центрального пункта. Место для автотранспорта выбирают в стороне от центрального пункта, приблизительно в 500 *м* от него.

Иногда машины постов остаются вблизи последних. Расстояние места стояния машин от постов также должно быть несколько сот метров. Автотранспорт должен быть хорошо замаскирован от наземного и воздушного наблюдения противника.

§ 2. СПОСОБЫ И НОРМАТИВЫ РАЗВЕРТЫВАНИЯ БАТАРЕИ ЗВУКОВОЙ РАЗВЕДКИ

В зависимости от характера боя и наличия времени производится нормальное или ускоренное развертывание в боевой порядок батареи звуковой разведки.

При нормальном способе развертывания батареи звуковой разведки, как правило, развертывают все шесть звуковых постов на полной топографической основе при аналитическом методе привязки звуковых постов (см. рис. 2). Ширина фронта развертывания 5—7 *км*. Для того, чтобы ширина фронта развертывания батареи была не меньше 5—7 *км*, длины акустических баз должны быть от 1 до 1,5 *км*. Координаты целей определяются с учетом систематической ошибки или с учетом распределения метеорологических элементов по высоте.

Нормальное развертывание производится с целью обеспечить наибольшую точность определения координат целей и применяется в тех случаях, когда имеется время, например, при подготовке прорыва полосы обороны противника и при обороне.

Нормальному развертыванию должна предшествовать тщательная разведка боевых порядков. В зависимости от условий местности на разведку боевых порядков требуется 5—6 часов светлого времени. На развертывание батареи с момента прибытия ее на исходный рубеж требуется 3—6 часов. В ночное время эта норма увеличивается раза в полтора-два.

При условии, что топографическая привязка звуковых постов начнется с момента развертывания батареи, на при-

вязку их потребуется дополнительно еще 3—5 часов светлого времени.

Таким образом, на разведку боевых порядков и на развертывание потребуется 8—12 часов светлого времени, а с учетом привязки звуковых постов на полной топографической основе — 11—17 часов.

Для определения координат целей, в зависимости от огневой деятельности артиллерии и минометов обеих сторон, требуется от 5 до 30 минут с момента получения боевой ленты.

При наличии сложных лент почти все это время уходит на дешифрирование их.

На снятие отсчетов, обработку их, построительные работы на планшете и снятие координат с планшета требуется не более 4—5 минут.

До окончания привязки звуковых постов на полной топографической основе работа по определению координат целей ведется графическим способом. По окончании привязки звуковых постов на полной топографической основе переходят к работе смешанным способом. Координаты, определенные ранее графическим способом, вновь определяются смешанным способом. При отсутствии средств топографической привязки привязку производят по звуку силами самой батареи. Длины акустических баз определяются также по звуку. Для топографической привязки по звуку требуется 2—3 часа.

При ускоренном развертывании батареи звуковой разведки развертывают четыре (три) звуковых поста и топографическую привязку их производят по карте. Ширина фронта развертывания и ширина полосы разведки 3—4 *км*. При ускоренном развертывании координаты целей получаются приближенными. Ускоренное развертывание применяют в тех случаях, когда для нормального развертывания нехватает времени, например, в период встречного боя, при преследовании противника и т. п. Развертывание батареи при ускоренном развертывании производится одновременно с разведкой рубежа развертывания.

Время на развертывание батареи с топографической привязкой звуковых постов по карте — 3—5 часов. В зависимости от развития боя, от ускоренного развертывания или переходят к нормальному развертыванию (при этом развертывают посты, бывшие в резерве), или переходят на новый рубеж.

§ 3. УПРАВЛЕНИЕ И СВЯЗЬ

Батарея звуковой разведки или действует в составе своего разведывательного артиллерийского дивизиона, или же придается артиллерийской группе (подгруппе), имею-

щей задачу вести борьбу с артиллерией и минометами противника.

Задачу на развертывание и разведку командир батареи получает от штаба разведывательного дивизиона; дополнительные указания получает от штаба артиллерийской группы, работу которой обеспечивает данная батарея. Если батарея ведет работу отдельно от своего дивизиона, то задачу на развертывание и разведку она получает от штаба той артиллерийской группы (подгруппы), которой она придана.

В задаче на развертывание указываются:

1. Сведения о противнике.
2. Сведения о своих войсках.
3. Задача на разведку.
4. Полоса разведки и районы особого внимания.
5. Рубеж развертывания батареи звуковой разведки.
6. Способ развертывания (число акустических баз или число звуковых постов).
7. Порядок установления связи и получения метеорологических бюллетеней.
8. Порядок топографической привязки звуковых постов.
9. Порядок пристрелки звуковых реперов для исключения систематической ошибки.
10. Время готовности батареи звуковой разведки.
11. Порядок нумерации целей.
12. Место расположения штаба разведывательного дивизиона (штаба группы).
13. Порядок представления донесений.

Указания по обслуживанию стрельбы даются дополнительно. В п. 1 — „Сведения о противнике“ указываются более подробные данные о переднем крае его, о группировке и районах вероятного положения артиллерии и минометов противника и о действии их.

В п. 2 — „Сведения о своих войсках“ указывается начертание переднего края своих войск и район развертывания артиллерийской группы (район огневых позиций и наблюдательных пунктов), которую должна обслуживать батарея звуковой разведки, и задача этой группы.

Полоса разведки батареи звуковой разведки, как правило, должна совпадать с полосой разведки артиллерийской группы, которую должна обслуживать данная батарея, или же несколько перекрывать ее. В случае необходимости рубеж развертывания батареи звуковой разведки может выходить за границы полосы развертывания артиллерийской группы.

При работе в составе разведывательного дивизиона батарея звуковой разведки имеет прямую телефонную

связь или радиосвязь со штабом этого дивизиона. Со штабом артиллерийской группы связь устанавливается через штаб дивизиона.

Для обеспечения пристрелки и создания звуковых реперов устанавливается прямая телефонная связь с огневым дивизионом (батареей). При засечке звуковых реперов с целью исключения систематической ошибки устанавливается прямая телефонная связь или через штаб разведывательного дивизиона со взводом оптической разведки.

Связь со штабом разведывательного дивизиона и со взводом оптической разведки устанавливается распоряжением штаба дивизиона. Связь с огневыми подразделениями организуется штабом разведывательного дивизиона и устанавливается средствами огневых подразделений.

Управление разведывательной работой батареи в бою осуществляется штабом разведывательного дивизиона. С этой целью штаб отдает отдельные приказания и высылает необходимые документы (схемы ориентиров, код местности и т. п.).

О засеченных батареях и минометах противника командир батареи немедленно доносит по телефону в штаб разведывательного дивизиона; в дальнейшем он посылает боевые донесения в сроки, установленные штабом разведывательного дивизиона.

Для управления постами (постом предупреждения и звукопостами) пользуются техническими линиями связи. Связь с автотранспортом устанавливается при помощи посыльных или же при помощи световой или звуковой сигнализации.

При действии батареи отдельно от разведывательного дивизиона всю указанную выше связь организует штаб артиллерийской группы, которой придана батарея. Боевые донесения представляются также в штаб этой группы.

§ 4. РАЗВЕДКА РУБЕЖА РАЗВЕРТЫВАНИЯ БАТАРЕИ ЗВУКОВОЙ РАЗВЕДКИ

Получив задачу на развертывание, командир организует разведку рубежа развертывания и элементов боевого порядка батареи. Перед началом разведки командир батареи изучает по карте рубеж развертывания, наносит на карту полосу разведки и намечает места расположения элементов боевого порядка и маршруты к ним.

При нормальном способе развертывания разведка элементов боевого порядка, как правило, производится тремя разъездами. Первый разъезд возглавляет командир батареи, второй — командир линейного взвода и третий — командир вычислительного взвода.

Состав первого разъезда: командир батареи, командир взвода батареи топографической разведки, начальник поста предупреждения, начальник одной из крайних баз и разведчик.

Состав второго разъезда: командир линейного взвода, командир отделения взвода топографической разведки и начальники средней и другой, крайней базы.

Состав третьего разъезда: командир вычислительного взвода, помощник командира взвода и начальник метеорологического поста.

Задачи первого и второго разъездов: уточнить на местности передний край расположения противника, полосу разведки и районы особого внимания, уточнить расположение своих войск и в особенности расположение переднего края, выбрать места для звуковых постов и поста предупреждения, разведать пути прокладки линий связи и наметить средства для оборудования и маскировки постов. Задача третьего разъезда — выбрать место для центрального пункта и пути подъезда к нему, места для транспорта и метеорологического поста.

При постановке задачи разъездам командир батареи ставит перед ними общую задачу на развертывание батареи, полученную им от начальника штаба разведывательного дивизиона (от помощника начальника штаба артиллерийской группы), т. е. повторяет задачу согласно пунктам, приведенным в предыдущем параграфе; кроме того, указывает:

— намеченные им по карте места расположения элементов боевого порядка батареи и очередность их выбора;

— буссоли директрис;

— время окончания разведки;

— место сбора разъездов по выполнении задачи;

— свое место в период разведки.

Место сбора обычно намечается в районе центрального пункта.

При постановке задачи командир батареи обращает особое внимание на положение переднего края, своих частей и противника, а также на вероятные районы расположения артиллерии и минометов противника.

Одновременно с этим командир батареи отдает распоряжение командиру вычислительного взвода по окончании разведки подтянуть колонну батареи в район выбранного им центрального пункта. Делается это для того, чтобы сократить общее время развертывания батареи, так как третий разъезд обычно кончает свою работу раньше, чем остальные.

По окончании разведки все разъезды прибывают на указанный пункт сбора. Командир батареи принимает доклады и окончательно утверждает места расположения постов и центрального пункта и отдает устный приказ на развертывание батареи.

Выше было указано, что разведка, как правило, проводится тремя разъездами. Но при наличии достаточного времени первый и второй разъезды могут быть объединены.

При ускоренном способе развертывания командир батареи звуковой разведки организует для разведки рубежа и выбора элементов боевого порядка батареи один разъезд. Состав разъезда: командир батареи, командир вычислительного взвода, начальники двух баз, начальник поста предупреждения и разведчик.

Задачи разъезда: уточнить на местности расположение противника и своих войск, произвести разведку элементов боевого порядка и глазомерно определить по карте координаты звуковых постов.

Для более быстрого развертывания командир батареи приказывает командиру линейного взвода организовать и начать прокладку линий связи, до того как будут получены результаты разведки. С этой целью командир батареи намечает по карте контурные точки в районе постов, куда и приказывает прокладывать линии связи. В намеченных районах личный состав постов встречают начальники баз, ранее выехавшие на разведку.

Разъезд в первую очередь выбирает район для размещения центрального пункта, после чего командир вычислительного взвода или разведчик из разъезда возвращается к месту последней остановки батареи и ведет ее в намеченный район. Командир линейного взвода, прибыв с батареей в район центрального пункта, организует прокладку линий связи и доставку приборов на все посты в соответствии с задачей, полученной от командира батареи по карте. При этом руководит лично прокладкой линий связи той базы, которая находится в наиболее трудных условиях местности.

За неимением времени для разведки рубежа развертывания часто ограничиваются непродолжительной рекогносцировкой местности с выбором точек стояния постов по карте.

§ 5. РАЗВЕРТЫВАНИЕ В БОЕВОЙ ПОРЯДОК БАТАРЕИ ЗВУКОВОЙ РАЗВЕДКИ

Батарея, как правило, развертывается от центрального пункта к звуковым постам и посту предупреждения. Но иногда развертывание производится и от звуковых постов к центральному пункту.

Начальники баз, получив приказание на развертывание, организуют прокладку линий связи и непосредственно руководят этой работой. По окончании развертывания остаются на одном из постов звуковой разведки.

Обязанности личного состава постов по прокладке линий связи

Получив приказ на развертывание, начальник базы (поста) выстраивает личный состав базы (поста), ставит задачу постам и напоминает каждому звукометристу о необходимости соблюдения всех правил прокладки линий связи. Указывает на местности направление линий связи и пункты, через которые должны пройти машины. При выборе направления вне дорог предусматривает возможность прохода машины с имуществом по этому направлению. Дает позывные постов и указывает время их готовности.

После этого подают команду: **„Взять инструмент"**. По этой команде личный состав постов подходит к машине и разбирает имущество и инструмент своих постов. При прокладке линий связи и уходе за ними надо строго руководствоваться Наставлением по полевым линиям связи 1943 г. и, в частности, надо иметь в виду следующее:

1. Как правило, на звуковые посты и на пост предупреждения прокладываются двухпроводные линии. На работу по однопроводной линии переходят только при повреждении одной из них.

2. Линии от центрального пункта к постам надо прокладывать не параллельно, а так, чтобы все линии, идущие от центрального пункта, расходились в разные стороны. Если этого достичь невозможно, то при параллельном направлении линий, например, на посты *1—2* и *3* (рис. 148), каждая пара проводов при двухпроводной линии должна проходить на некотором удалении (не менее 10 *м*) от другой пары. Каждый провод одного поста должен быть проложен рядом с другим.

3. На отдельных участках надо так выбирать направления, чтобы обеспечить маскировку линий, при этом нужно помнить, что линия должна быть проведена самым коротким путем.

4. На местности с большим числом дорог линии надо прокладывать в таком направлении, чтобы было возможно меньше переходов через дороги.

Посмотрим, как прокладываются линии связи при наличии четырех звукометристов в составе звукового поста.

По команде „Взять инструмент" первый и второй номера берут станки (катушки с кабелем), надевают их (при помощи лямок) на спину и ставят выключатели станка на холостой ход; третий номер берет линейную сумку и телефонный аппарат; четвертый номер берет топор и лопату, и все становятся на свои прежние места. Остальное имущество перевозят в машине. Для начала работы подается

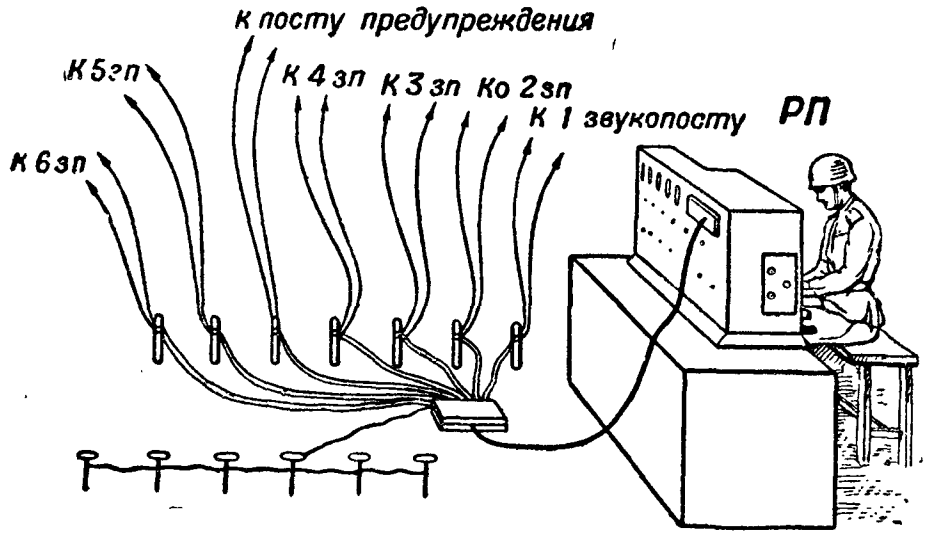


Рис. 148. Направление линий связи на посты от центральной станции

команда „К работе приступи". По этой команде первый и второй номера идут ускоренным шагом в указанном направлении, разматывая кабель, третий и четвертый номера берут концы кабеля, привязывают их к какому-либо местному предмету, к колышку (рис. 148), проверяют наличие бирок на концах кабеля и замыкают концы кабеля накоротко. Концы кабеля должны быть оставлены с таким расчетом, чтобы хватило их до переходного щитка; они должны оставаться закороченными накоротко до включения их в переходной щиток. При прокладке линии третий номер проверяет кабель. Четвертый номер укрепляет и маскирует его. Начальник поста идет впереди и указывает направление для прокладки линии.

Первый и второй номера при разматывании кабеля должны соблюдать следующие правила:

а) при размотке кабеля надо итти ускоренным шагом, помня, что 1 *км* кабеля должен быть проложен за 12—15 минут (при размотке с машины 1 *км* кабеля прокладывается за 8—10 минут);

б) при размотке кабеля надо двигаться от одного ориентира к другому, по возможности по прямой линии;

в) при остановках во время размотки надо немедленно останавливать тормозом барабан, иначе кабель может запутаться;

г) разматывать кабель с таким расчетом, чтобы его можно было поднять, оттянуть в сторону и замаскировать, пользуясь местными предметами;

д) у переходов через дороги у мостов оставлять запас кабеля, временно закрепляя его за местные предметы для того, чтобы оставленный запас кабеля не стягивался вперед.

Третий номер обязан:

а) пропускать кабель в руке и просматривать целость изоляции;

б) после размотки каждой катушки включать телефон в линию и проверять ее исправность;

в) производить сростки концов кабеля размотанной и вновь разматываемой катушки;

г) при обнаружении неисправности линии возвращаться назад для устранения неисправности (в этом случае сростки концов кабеля размотанной и вновь разматываемой катушки временно сращивают первый и второй номера).

Четвертый номер, следующий за третьим номером, обязан:

а) закреплять и маскировать линию, пользуясь местными предметами;

б) устраивать переходы через дороги, ручьи и т. п.; если линия проходит по открытой местности, „пришивать" ее к земле.

Машина следует от рубежа к рубежу с таким расчетом, чтобы в нужный момент обеспечить подвоз нужных катушек и другого имущества.

По окончании прокладки линии и установки связи начальник поста вместе с первым и вторым номерами приступает к развертыванию поста.

Если машина не может дальше следовать на пост, первый и второй номера берут из машины приборы поста (аккумулятор, звукоприемник, трансформатор) и переносят их на пост.

Здесь дано примерное распределение обязанностей личного состава поста. Оно может быть несколько изменено в зависимости от наличия людей, например, при наличии большего числа людей остальные номера помогают третьему и четвертому номерам.

Начальник базы (поста) при прокладке линии указывает от рубежа к рубежу направление первому и второму номе-

рам и машине, наблюдает за правильностью прокладки линий связи и их маскировки и руководит в случае надобности самообороной личного состава поста.

При всех работах по наводке линии номера должны иметь при себе винтовки для того, чтобы быть всегда готовыми к самозащите и к защите доверенного им имущества.

Развертывание и работа поста звуковой разведки

Прибыв на место звукового поста, третий номер включает телефонный аппарат. Начальник поста докладывает по телефону командиру линейного взвода (работающему на регистрирующем приборе), что пост на место прибыл. По приказанию „Развернуть пост" подает команду **„К развертыванию приступи"**. Дальнейшее развертывание поста и работа на нем производятся в следующем порядке.

1) По команде с центрального пункта „Замкнуть накоротко" третий номер замыкает на 1—2 минуты накоротко линию связи.

2) Первый номер берет с машины звукоприемники, трансформатор, а второй — аккумуляторную батарею и устанавливают их на место, указанное начальником поста. До окончания устройства окопа для звукоприемника его устанавливают временно метрах в двух от привязываемой топографами точки. Место для звукоприемника должно представлять собой горизонтальную площадку, на которой звукоприемник ставят ручкой кверху и крышкой в сторону противника. Звукоприемник должен плотно прилегать к земле всей своей нижней плоскостью. Ни с какими местными предметами он не должен соприкасаться.

После установки звукоприемника производят соответствующие включения согласно указаниям на внутренней крышке ящика трансформатора. Концы к зажимам батареи включают в последнюю очередь. Для быстроты включения и сохранения соединительных проводников их желательно хранить в ящике трансформатора подключенными к соответствующим зажимам.

3) После подключения всех проводников к соответствующим зажимам первый номер проверяет силу тока в цепи микрофона (при проверке следует помнить, что если сила тока меньше или больше нормальной, то чувствительность звукоприемников уменьшается). Затем второй номер по указанию первого номера закрывает крышку звукоприемника и при закрытой крышке хлопает в ладоши. Первый номер в это время следит за отклонением стрелки миллиамперметра. Убедившись, что стрелка отклоняется

нормально, докладывает начальнику поста о готовности последнего. Звукоприемник, как правило, должен работать с закрытой крышкой. Открывать крышку разрешается только при условии плохой слышимости при соответствующем указании с центрального пункта.

4) По приказанию с центрального пункта „Дать хлопки" второй номер подходит к звукоприемнику и по команде с центрального пункта „Раз-два-три" со счетом три дает три хлопка в ладоши с интервалами в 1 секунду[1]. После ответа с центрального пункта „Все в порядке" первый номер докладывает начальнику поста: **„Проверка окончена, все в порядке"**, и по приказанию начальника поста заступает на дежурство по посту. Один из номеров (третий или четвертый) назначается дежурным по линии. После проверки работы приборов на хлопки в ладоши запрещается без приказания с центрального пункта какая-либо дальнейшая проверка и регулировка приборов, а также запрещаются все телефонные разговоры неслужебного порядка и хождение в радиусе 10—15 *м* от звукоприемника.

5) Одновременно с командой „К развертыванию приступи" четвертый номер подготовляет заземлители, выбирая для этого подходящую „землю". Заземлители подключаются к зажимам ящика трансформатора только при переходе на однопроводную линию.

Начальник поста производит по карте топографическую привязку точки стояния звукоприемника, вычерчивает схему привязки и выставляет одного номера в качестве маяка для встречи топографов. Остальной состав по приказанию начальника поста производит инженерное оборудование поста и маскировку.

Обязанности дежурного на посту звуковой разведки

Дежурный на посту должен держать телефонную трубку около уха и следить: за исправным состоянием приборов поста; за силой тока и напряжением в цепи микрофона и отклонением стрелки миллиамперметра при приходе звуков к звукоприемнику; за исправностью линий связи.

Кроме того, дежурный должен:

а) при работе под дождем или снегом закрывать крышку ящика трансформатора и принимать меры против проникновения влаги в приборы;

---

[1] Хлопки в ладоши даются на удалении нескольких сантиметров от закрытой крышки звукоприемника, при этом ладони должны быть слегка согнуты. Ни в коем случае нельзя стучать по звукоприемнику или по его мембране.

б) при наличии ветра по приказанию с центрального пункта принимать меры к защите звукоприемника от ветра;

в) при обнаружении неисправностей принимать меры к их устранению, а именно:

— в тех случаях, когда будет обнаружено, что сила тока в цепи микрофона отличается от нормальной, докладывать об этом работающему на регистрирующем приборе и с разрешения последнего регулировать силу тока;

— при ухудшении слышимости в телефоне или при отсутствии слышимости сначала проверить включение проводов у телефонного аппарата и ящика трансформатора, а затем проверить сопротивление линий связи омметром и, убедившись в том, что повреждение находится на линии, докладывать об этом начальнику поста (начальник поста посылает дежурного по линии для ее исправления).

При работе зимой принимают меры по утеплению аккумуляторной батареи, покрывая ее сверху каким-либо теплонепроницаемым материалом, или ставят ее в окоп (землянку) отдыхающей команды или в окоп дежурного (плотность электролита в аккумуляторах должна соответствовать плотности для данной температуры).

При работе в жаркое время нужно аккумуляторную батарею ставить в тени или лучше в яме.

При определении длины базы с помощью подрывов или при топографической привязке по звуку начальник поста приказывает дать подрывы в указанном направлении и на указанном удалении от звукоприемников.

Для более быстрого исправления линии и снятия ее часть свободных людей с поста может быть отослана на центральный пункт с соответствующим количеством пустых катушек.

По приказанию с центрального пункта „Наблюдать за целью №...“ начальник поста выставляет наблюдателя, который должен вести наблюдение за действием цели, визуально и по звуку, а также за направлением и количеством пролетающих снарядов, за действием снарядов (мин) у цели, за глубиной воронок и направлением борозды, определять по неразорвавшимся снарядам и осколкам калибр орудия; определять наличие балистической и дульной волн.

Калибр орудий по осколкам легко определяется при помощи заранее подготовленных лекал по головной и средней части снаряда.

Эти сведения передаются на центральный пункт и заносятся в журнал наблюдений поста.

ЖУРНАЛ НАБЛЮДЕНИЙ

4-го ЗВУКОВОГО ПОСТА 10.9.48 1 км СЕВЕРО-ВОСТОЧНЕЕ м. МСТИБОВО

№ цели	Часы, минуты	Откуда ведется огонь	Куда ведется огонь	Характер огня	Число выпущенных снарядов	Калибр орудия (миномета)	Наличие баллистической волны	Размеры воронки	Характеристика цели
101	10.15	Ур. Добровка	Выс. 173,1	Огневой налет дивизионом	80	105 (по осколкам)	Не замечено	Диаметр 1,5 *м*, глубина 0,5 *м*	Три 3 орудийных 105-*мм* батареи
102	12.00	Лесники	По кладбищу м. Мстибово	Методический огонь	15		То же	То же	Отдельное орудие

Защита звукоприемников от ветра

Как правило, звукоприемники должны устанавливаться в окопе. Это дает возможность предохранять звукоприемник от повреждения осколками и защищать его от ветра. Ветер приводит мембрану звукоприемника в колебательное движение, и в цепи микрофона возникают колебания тока, вследствие чего на ленте регистрирующего прибора получаются записи ветра (см. запись № 16 на рис. 73). Если в какой-либо момент подойдет к звукоприемнику звуковая волна, а в это же время мембрана звукоприемника под влиянием ветра находится в колебательном движении, то начало записи звуковой волны будет наложено на запись ветра, вследствие этого определить начало записи дульной волны будет трудно, а иногда и просто невозможно.

Чтобы исключить или хотя бы уменьшить влияние ветра на работу звукоприемников, принимают меры для защиты их от ветра.

При слабом ветре закрывают крышку звукоприемника и ставят его в окоп (рис. 149). При сильном ветре окоп

сверху закрывают специально сделанным деревянным щитом, а если щита нет — брезентом, ветками, хворостом, травой и другим подручным материалом. Если окоп закрывают щитом или другим каким-либо предметом, сверху его насыпают слой земли толщиной в 3—5 *см*, в зависимости от силы ветра. При этом никаких отверстий оставлять не надо.

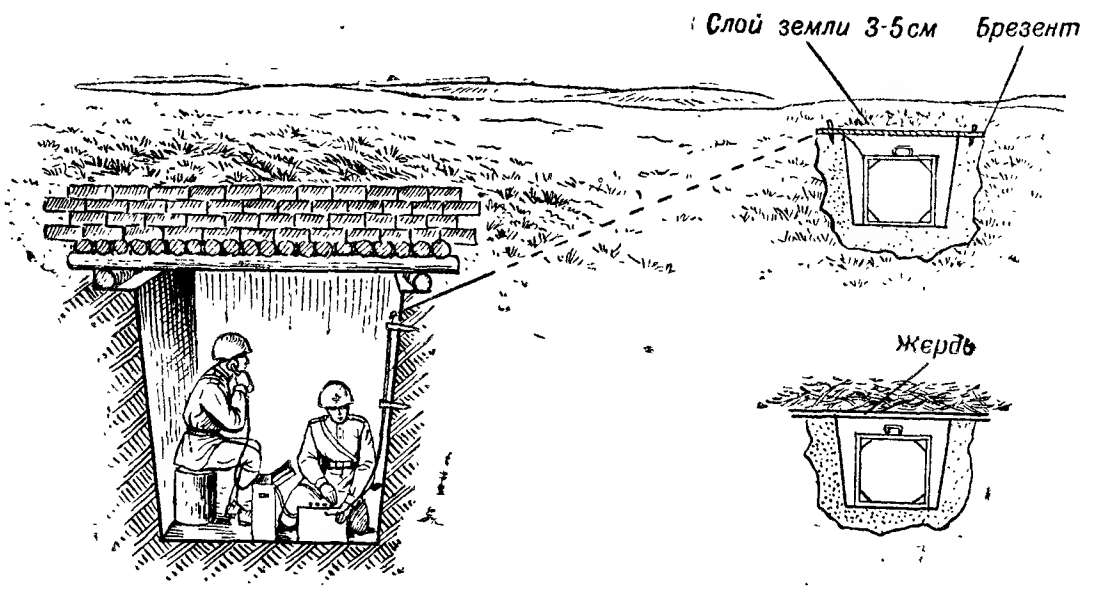


Рис. 149. Блиндаж и окоп звукоприемника на посту звуковой разведки

Окоп для звукоприемника представляет собой яму глубиной 0,6—1 *м*. Глубина ямы зависит от силы ветра. При более сильном ветре отрывается более глубокая яма. Если обстоятельства не позволяют вырыть окоп, звукоприемник ставят на землю и строят из подручного материала защитный вал высотой до 1 *м*, сверху которого делают навес. Зимой звукоприемник можно ставить в яме, вырытой в снегу. Яму можно закрыть сучьями, ветками и т. п. и сверху засыпать снегом; слой снега должен быть толщиной 5—10 *см*. При расположении звукоприемника в окопе, покрытом сверху, возможно работать при ветре до 10 *м/сек* и более. При защите звукоприемника от ветра необходимо следить за тем, чтобы к нему не прикасался тот материал, при помощи которого делают перекрытие окопа, так как при наличии ветра сучья, ветки и т. п. могут ударять по звукоприемнику и на ленте будут получаться записи, мешающие нормальной работе станции.

Всякая перестановка звукоприемника, а также перестановка его в окоп производится с разрешения работающего на регистрирующем приборе, так как это может помешать приему звуков.

Инженерное оборудование поста звуковой разведки

В условиях ускоренного развертывания на звуковом посту отрывают окоп для звукоприемника и щели для личного состава. Щель представляет собой глубокий и узкий ров шириной поверху метра 1,5 и длиною метра 2—3, в зависимости от числа людей на посту, и глубиной до 2 *м*. Лучше делать две щели на 2—3 человека. При наличии времени оборудуется землянка (блиндаж), как это показано на рис. 149. Удаление землянки от окопа звукоприемника—15—20 *м*.

В условиях длительного стояния на одном месте оборудуется отдельная землянка (блиндаж) для отдыхающей от дежурства команды (см. рис. 156).

Одновременно с инженерным оборудованием производится маскировка всех сооружений поста и линий связи.

Развертывание и работа поста предупреждения

Получив приказ командира линейного взвода на развертывание, начальник поста, подобно тому, как это было указано при развертывании баз, выстраивает личный состав поста, объясняет задачу и подает команду **„Взять инструмент"**. Дальнейшая работа производится, как и при прокладке линий на звуковые посты, но только с еще более тщательной маскировкой.

По прибытии на место третий номер включает телефонный аппарат. Начальник поста приказывает первому номеру вести наблюдение за противником, указывает ему сектор наблюдения и по телефону докладывает командиру взвода, что пост на место прибыл. Получив приказание „Развернуть пост", подает команду **„К развертыванию приступи"**. Дальнейшее развертывание поста и работа на нем производятся в следующем порядке.

По команде с центрального пункта „Замкнуть накоротко" третий номер замыкает на 1—2 минуты концы линий. Второй номер устанавливает на место, указанное начальником поста, ящик предупредителя, подключает к его зажимам с помощью третьего номера провода линий связи и телефонного аппарата, включает вилку выносной кнопки и подготовляет заземлители. При невключенной выносной кнопке гнезда ее должны быть замкнуты закорачивающей вилкой.

Подключение заземлителей к зажиму ящика предупредителя производится только при переходе на работу по однопроводной линии.

Чтобы обеспечить быстроту включения и сохранения соединительных проводников, допускается хранить их

в ящике предупредителя подключенными к соответствующим зажимам.

Получив с центрального пункта команду „Пуск", второй номер нажимает на кнопку „выносной кнопки" три раза с промежутком примерно в 1 секунду. Для проверки исправности кнопки на ящике предупредителя, по приказанию работающего на регистрирующем приборе, повторяет запуск, нажимая кнопку ящика предупредителя.

По получении ответа с центрального пункта „Все в порядке" второй номер докладывает начальнику поста: **„Проверка окончена все в порядке"**. По приказанию начальника поста первый (второй) номер назначается дежурным разведчиком, а третий номер его помощником; он же является дежурным телефонистом.

Одновременно с командой „К развертыванию приступи" остальной состав по приказанию начальника поста производит инженерное оборудование поста и маскировку его.

Начальник поста предупреждения должен хорошо изучить впереди лежащую местность, выбрать ориентиры, определить направление (буссоль) по ним и дальности и, сообразуясь с выбранными ориентирами, весь сектор наблюдения разбить на отдельные секторы в 2-00—3-00 деления угломера. Границы секторов отмечаются колышками, на которых делается надпись с указанием буссоли данного направления. Хорошо обозначенные местные предметы, например, „роща Круглая" (рис. 150), должны целиком войти в отдельные секторы. Затем начальник поста предупреждения вычерчивает схему ориентиров и отправляет ее на центральный пункт[1].

По показанию с центрального пункта „Наблюдать за целью №...." устанавливает за ней особое наблюдение, как это было указано в разделе „Развертывание и работа поста звуковой разведки".

При наличии плохого обзора или широкого сектора наблюдения в помощь дежурному наблюдателю назначается второй помощник, который производит запуск станции, пользуясь пусковой кнопкой ящика, если основной наблюдатель пользуется выносной кнопкой.

При продвижении передовых частей своей пехоты или наблюдательных пунктов артиллерии начальник поста докладывает об этом по телефону командиру взвода и по приказанию последнего продвигается вперед (назад) или остается на месте.

---

[1] На рис. 150 для большей наглядности окоп и личный состав показаны незамаскированными.

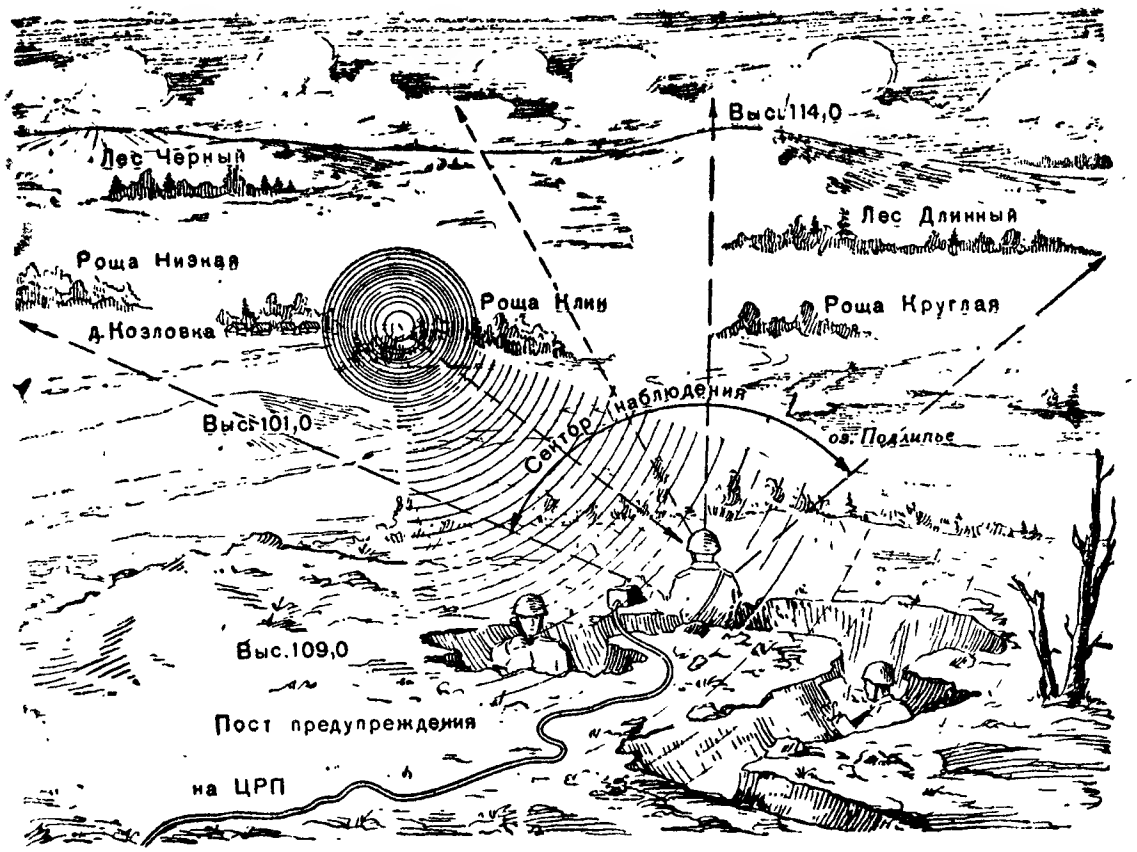


Рис. 150. Сектор наблюдения поста предупреждения (разбивается на отдельные небольшие секторы)

Обязанности дежурного разведчика и его помощника

Дежурный разведчик должен:

1. Внимательно и непрерывно наблюдать за противником (по звуку и блеску он должен уметь отличать стрельбу орудия от стрельбы миномета, определять калибр и тип орудия).

2. Особое внимание обращать на действие артиллерии и минометов противника (в особенности в том случае, если батарея развернута с задачей производить засечку минометов). Должен все время держать палец на пусковой кнопке и, увидев блеск выстрела (разрыва) или услышав звук его, нажимать на кнопку и передавать по телефону через своего помощника те данные о цели, которые ему удалось заметить, например: „Звук, тяжелое орудие, дальше рощи „Низкая", буссоль 47-00" (при запуске по блеску вместо слова „звук" передавать „блеск").

При заданном основном направлении передавать вместо буссоли отклонение от основного направления. Если цель была засечена ранее, передавать: „Огонь, цель №...".

При наблюдении за районом, по которому цель ведет огонь, передавать: „Цель ведет огонь по району..."

3. По блеску и звуку выстрела цели определять дальность до нее; для этого, увидев блеск, запускать секундомер и, услышав звук, останавливать его. В результате умножения полученного отрезка времени на скорость звука получается требуемая дальность.

4. При большом числе стреляющих орудий выбирать более крупные калибры и производить пуск только на выстрелы этих орудий или на выстрелы орудий по указанию с центрального пункта.

5. При пристрелке производить пуск по разрывам своих снарядов.

6. Вести наблюдение за действием передовых частей пехоты и передвижением наблюдательных пунктов своей артиллерии.

7. Следить за исправным состоянием приборов.

Помощник дежурного ведет запись в журнале разведки, дежурит у телефона и следит за исправностью приборов и линии связи. При наличии людей запись в журнале производит отдельный номер (разведчик).

ЖУРНАЛ
РАЗВЕДКИ ПОСТА ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ
10.9.48. 1,5 км юго-западнее м. Мстибово

№ цели	Часы, минуты	Откуда ведется огонь	Куда ведется огонь	Характер огня	Число выпущенных снарядов	Калибр	Наличие баллистической волны	Размеры воронки	Дальность, м	Характеристика цели
101	10—15	Роща Низкая	Выс. 109,0	Залп	30	105	Нет	—	4400	3-орудийная 105-мм батарея
103	12—20	Овраг 1 км вост. Лесники	Выс. 161,3	Залп	24	81	Нет	Диаметр 1 м, глубина 0,5 м	3700	81-мм минометная батарея

При неисправности приборов и линии связи помощник дежурного принимает меры к их устранению, докладывая об этом начальнику поста; при работе под дождем и снегом принимает меры для предохранения приборов от проникновения влаги.

Инженерное оборудование поста предупреждения

Пост предупреждения необходимо хорошо маскировать от воздушного и наземного наблюдения. Обсыпка окопов должна сливаться с местностью; с этой целью их нужно покрывать подручным маскирующим материалом или масксетями. При прокладке линии связи необходимо использо-

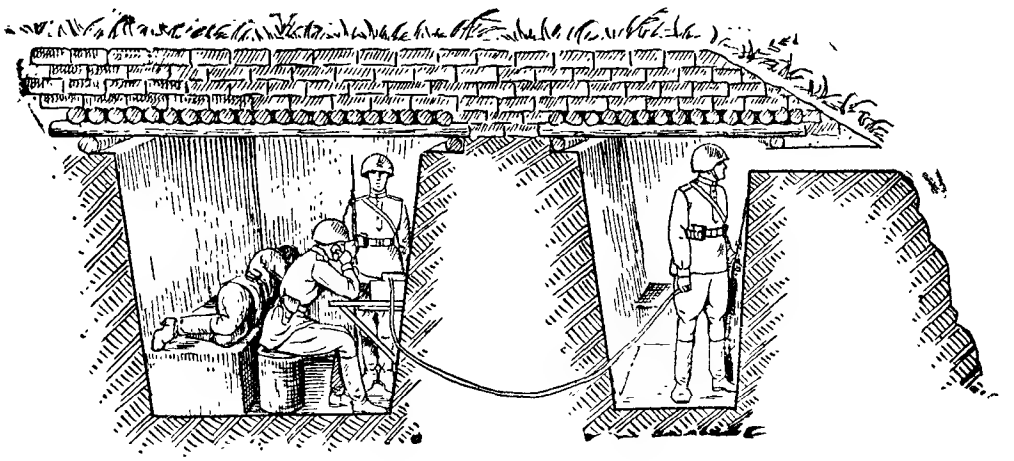


Рис. 151. Блиндаж на посту предупреждения

зать защитные свойства местности. Особое внимание следует обращать на маскировку наблюдателей. Для маскировки стекол объектива бинокля перед приборами и с боков надо размещать различного рода подручные материалы (траву, сено и т. п.) и в образовавшиеся просветы вести наблюдение.

При ускоренном развертывании отрываются вначале окоп простейшего вида только для наблюдателя, телефониста и записывающего и щели для остального состава поста. При наличии времени окопы переоборудуются в блиндаж, как это показано на рис. 151.

Развертывание и работа центральной станции

Получив приказ на развертывание, начальник центральной станции (работающий на регистрирующем приборе) выстраивает личный состав центральной станции (старшего звукометриста, телефонистов и вычислителя вычислительного взвода[1], объясняет им задачу и подает команду „К развертыванию центральной станции приступи". По этой команде все подходят к машине и выгружают из нее необходимые приборы и принадлежности для работы центральной станции. Машину отправляют на место стоянки

[1] Вычислитель придается на время развертывания центральной станции (регистрирующего прибора).

транспорта. Дальнейшее развертывание центральной станции производится в следующем порядке:

1. Подготовляют горизонтальную площадку для регистрирующего прибора.

2. Устанавливают регистрирующий прибор и развертывают его на подготовленной площадке.

3. Устанавливают переходной щиток.

4. Подготовляют регистрирующий прибор к работе.

5. Проверяют работу прибора и всей станции.

Порядок развертывания регистрирующего прибора

1. Отвинчивают барашки комбинированного ящика.

2. Снимают крышку (стол).

3. Отнимают переднюю стенку (скамейки).

4. Опускают и кладут на землю три боковые стенки ящика.

5. Приподнимают за ручку регистрирующий прибор, при этом стенки ящика опускаются вниз и образуют стол для регистрирующего прибора.

6. Вставляют усики планок в прорези задней стенки и укрепляют их задвижками.

7. Верхнюю крышку комбинированного ящика превращают в стол, а переднюю стенку — в две скамейки.

8. Опускают натяжные замки и снимают футляр или же приподнимают переднюю часть его.

Регистрирующий прибор в развернутом виде показан на рис. 63.

Развертывание переходного щитка

1. Телефонист подвешивает или кладет на землю щиток в нескольких метрах от регистрирующего прибора.

2. Разматывает соединительный шланг и вставляет переходную колодку его в соответствующие гнезда регистрирующего прибора.

3. Присоединяет линейные провода к соответствующим зажимам щитка, следя за тем, чтобы концы проводов не касались соседних зажимов.

4. Подыскивает подходящую „землю“ и подключает заземлители, как это указано ниже, в разделе „Работа на однопроводной линии“.

5. Подключает к зажимам щитка два телефонных аппарата (телефон предупредителя и телефон звуковых постов): один — для связи с постом предупреждения, другой — для связи с постами звуковой разведки (часто ограничиваются одним телефонным аппаратом, подключая его к зажимам

щитка, например, к зажимам телефона предупредителя, при этом зажимы на щитке телефона предупредителя и телефона звукового поста должны быть соединены параллельно каким-либо проводником). По включении телефонов телефонист должен трубки их держать около ушей.

Подготовка регистрирующего прибора к работе

Подготовка прибора производится работающим на приборе в следующем порядке:

1. Работающий на приборе с помощью старшего звукометриста соединяет последовательно четыре аккумуляторные батареи и конец соединительных проводников от них вставляет в гнезда регистрирующего прибора, соблюдая при этом полярность.

2. Надевает барабан с лентой на кронштейн так, чтобы лента опускалась вниз с правой стороны барабана (рис. 63).

3. Вставляет ленту в пишущий механизм, для чего конец ее обрезает под острым углом; повернув ручку, опускает столик и просовывает конец ленты под нижний ролик, в лоток, и дальше протягивает ленту через столик — в следующий лоток. Конец ленты, вышедший из-под ролика с правой стороны пишущего механизма, пропускает сверху между тянущим и прижимным валиками, для чего прижимной валик отводит вправо. Лента после заправки протягивается немного вперед и прижимается прижимным валиком. После этого поднимается столик. Следует заметить, что лента заправляется легко, если в пишущем механизме оставлен кусок старой ленты. В этом случае вновь вставляемую ленту надо подсовывать под оставшийся кусок старой ленты, а еще лучше, конец новой ленты подклеивать к концу старой ленты; при этом конец старой ленты должен быть сверху.

4. После заправки ленты берет пипетку со стеклянным наконечником и, набрав в нее чернила, наполняет обе чернильницы чернилами. Проверяет, как происходит засасывание чернил перьями. Если какое-либо перо не засасывает чернила, берет пипетку с резиновой трубочкой и при помощи ее засасывает чернила в перья. Конец пера должен быть вставлен в резиновую трубочку пипетки и зажат пальцами левой руки; пальцами правой руки несколько раз сжимают грушу пипетки. Работу пипеткой надо производить осторожно, чтобы не поломать перья. Обе пипетки и термос с чернилами держать всегда под руками, чтобы в нужный момент добавить в чернильницы чернил и при помощи пипетки прососать перья.

5. Ставит переключатель на пульте управления в положение „нажим перьев" и запускает прибор. Если амплитуды кривых получаются различными, изменяет нажим тех перьев, амплитуды которых малы, и тем самым добивается равенства всех амплитуд.

Проверка линий связи и работы поста предупреждения и звуковых постов

1. При докладе о том, что пост предупреждения прибыл на место, работающий на регистрирующем приборе подает команду „Замкнуть накоротко". Старший звукометрист центральной станции отключает от зажимов переходного щитка оба провода линии предупредителя и подключает их к омметру. Записывает сопротивление линии. Запись можно вести на куске ленты. Подобным же образом производит проверку линий связи всех звуковых постов по мере прибытия их на свое место. Сопротивление линий сообщает на посты и приказывает им самим измерить сопротивление, замыкая на 1—2 минуты концы каждой линии накоротко. Зная число размотанных катушек и сопротивление каждой из них, устанавливает исправность или неисправность линии. При сопротивлении, отличающемся от нормального, высылаются с обоих концов (от центральной станции и от постов) линейные для исправления линии.

Сопротивление линий связи не должно превышать 200 *ом* на 1 *км* и сопротивление всей линии связи с предупредителем не должно превышать 1000 *ом* и линий связи с каждым из звуковых постов — 2000 *ом*.

После проверки линий связи проверяет сопротивление земли.

2. Для проверки линий связи и работы поста предупредителя работающий на регистрирующем приборе подает команду **„Пост предупреждения — пуск"**. По этой команде дежурный наблюдатель должен нажать пусковую кнопку три раза с промежутком через 1 секунду. Регистрирующий прибор при этом должен быть запущен три раза. После каждого запуска работающий на регистрирующем приборе прибор останавливает.

3. Для проверки на хлопки работающий на регистрирующем приборе отдает приказание **„Всем постам дать хлопки"**. Примерно через 1—2 минуты после этого подает команду **„Раз-два-три"**. По этой команде со счетом „два" предупредитель производит запуск, а со счетом „три" на звуковых постах дают три хлопка в ладоши. На ленте с каждого поста должны получиться по три записи с амплитудами около 10 *мм*. Если с каких-либо постов

получатся плохие записи, выясняет причины и устраняет их. Причиной плохой записи может быть ненормальная сила тока в цепи микрофона, плохие контакты у зажимов ящика трансформатора или переходного щитка, сильный нажим пера на бумагу или слабые хлопки у звукоприемника.

4. После включения всех звуковых постов получает ленту с записями для снятия параллакса перьев. Для этого переключатель на пульте управления ставит в положение „Параллакс" и запускает прибор. Лента с записями сигналов параллакса перьев и проверки нажима перьев передается на пункт обработки, на котором определяют параллакс перьев и проверяют скорость движения ленты.

На этом проверка станции заканчивается.

Убедившись в том, что все элементы станции работают исправно, работающий на регистрирующем приборе докладывает командиру линейного взвода, что станция (взвод) готова к работе.

При работе в зимних условиях на открытом воздухе принимают меры против замерзания чернил и электролита в аккумуляторах.

Обязанности работающего на регистрирующем приборе при работе станции

При работе станции работающий на регистрирующем приборе выполняет следующее:

1. Следит за исправностью всех приборов центральной станции.

2. При запуске станции предупредителем следит, чтобы все перья записали выстрел (разрыв), после чего останавливает прибор, нажимая кнопку „Остановка". Если при запущенном приборе последует сигнал предупредителя о новом пуске, прибор не останавливает и ожидает записей следующего выстрела.

3. После остановки регистрирующего прибора отмечает на ленте часы и минуты получения записей и записывает на ней сведения о цели, полученные от предупредителя (рис. 119). После этого отрезает ленту и передает ее на пункт обработки (дешифровщикам).

4. Следит за хорошей подачей чернил в перья и в случае долгого перерыва между записями через каждые 10—20 минут протягивает немного ленту рукой, отводя прижимной валик. Это предохраняет засыхание чернил в перьях.

5. Следит за состоянием связи с постами (по наличию и качеству записей и с помощью телефониста по слышимости в телефоне).

При нарушении связи в первую очередь должен стараться перейти на работу по однопроводной линии, приказывая при этом перейти на однопроводную линию соответствующему посту, и принимает меры к исправлению линий. Исправлять линию следует с обоих концов: с центрального пункта и с поста.

6. Наблюдает за движением ленты и своевременной подготовкой сменного рулона ленты.

7. При смене одного или нескольких перьев снова получает ленту с записями для снятия параллакса, отмечая на этом отрезке ленты время производства записи.

8. Проверяет напряжение батареи и, если оно будет меньше 21 *в*, меняет батарею.

9. При работе под дождем или снегом принимает меры против проникновения влаги в прибор.

Обслуживание линии связи

При работе звукометрической станции начальник центральной станции (работающий на регистрирующем приборе) и каждый начальник поста должны помнить, что всякое повреждение линий связи должно быть устранено как можно быстрее. Если связь прекратилась сразу, то, вероятнее всего, произошел порыв или короткое замыкание проводов при двухпроводной линии. Если слышимость медленно ухудшается, значит произошло заземление линии, т. е. происходит утечка тока.

Если в связи имеются перебои и в телефоне слышится треск, то где-то на линии имеется плохой контакт или внутренний порыв. Перед выходом линейного на линию следует сначала проверить, все ли исправно на самой центральной станции (на посту). На центральной станции должны проверить телефонный аппарат, зажимы переходного щитка, контакты колодки его и сопротивление линии. Для измерения сопротивления линии надо отключить один или оба конца измеряемой линии от зажимов щитка и подключить их к зажимам омметра. Если омметр будет показывать бесконечность, значит произошел порыв на линии. Если омметр будет показывать нуль или сопротивление меньше нормального, значит произошло короткое соединение проводов. При учете сопротивления линии надо учитывать сопротивление обмоток трансформаторов на звуковом посту (на посту предупреждения). При коротком замыкании линии можно установить, где произошло замыкание. Например, пусть при общем сопротивлении линии поста (без обмотки трансформатора), равном 1200 *ом*, омметр показывает сопротивление 300 *ом*. Так как 1 *км* кабеля имеет сопротивление 100 *ом*, то при двухпровод-

ной линии замыкание произошло в 1,5 *км* от центральной станции. Вообще удаление, на котором надо искать короткое замыкание двухпроводной линии, можно определять по формуле

$$Д = \frac{R}{2 \cdot 100},$$

где R — измеренное сопротивление в омах,

$Д$ — удаление в километрах,

100 — сопротивление 1 *км* кабеля в омах.

При другом сопротивлении кабеля вместо 100 надо поставить другое число.

Обнаружение и устранение повреждений на линии (со стороны центральной станции) производится следующим образом:

1. Линейный, взяв омметр[1] или телефонный аппарат, идет по линии и первое включение омметра (аппарата) в линию производит у сростка первой катушки, а при коротком замыкании — на удалении, указанном при высылке его на линию. Не найдя повреждения в данном месте и убедившись, что линия от центрального пункта исправна, продолжает свой путь, просматривая линию, и при отсутствии ясно видимого повреждения производит включение в сростки у конца кабеля каждой катушки.

2. Если при включении центральная станция не отвечает или омметр показывает бесконечность, а при предыдущем включении она отвечала, то это значит, что на последнем пройденном участке имеется внутренний порыв.

3. Для отыскания внутреннего порыва линейный берет кабель в руки и возвращается обратно наполовину пройденного от последнего включения участка, снова производит включение и т. д.

В том месте, где имеется внутренний порыв, кабель перегибается под более острым углом, удерживаясь только на изоляции.

4. Обнаружив внутренний порыв, линейный включает омметр по очереди в сторону центральной станции и в сторону поста и, убедившись, что линии в обе стороны исправны, сращивает провод.

5. При исправлении линии ночью при неподвешенном кабеле линейный идет по линии, пропуская кабель в руке.

Перед высылкой линейного со стороны звукового поста (поста предупреждения) проверяют сначала телефонный аппарат, осматривают зажимы на ящике трансформа-

[1] При выходе на линию с омметром концы проводов данной линии замыкаются накоротко или же через омметр.

тора (ящика предупредителя) и при наличии омметра на звуковом посту проверяют сопротивление линии омметром. При пуске регистрирующего прибора, т. е. когда при помощи пускового реле включен общий провод пишущих систем, омметр при исправной линии связи должен показать суммарное сопротивление линии и сопротивление пишущей катушки.

При выходе на линию со стороны звуковых постов провода остаются подключенными к соответствующим зажимам ящика трансформатора.

Работа на однопроводной линии

Работа на однопроводной линии производится при порыве одного провода или при коротком замыкании ее. На работу на однопроводной линии переходят только те посты, связь с которыми нарушена. Остальные посты продолжают работу на двухпроводной линии. Переход на однопроводную линию производится по приказанию с центрального пункта.

Для обеспечения надежной связи при работе на однопроводной линии устанавливается следующее число заземлителей:

— у переходного щитка для линий звуковых постов — 3 — 4, для линии предупредителя также 3 — 4 [1];

— у каждого звукового поста — 2 или 3;

— у предупредителя — 3.

Прежде чем перейти на работу по однопроводной линии, проверяют сопротивление земли, которое на звуковом посту должно быть не более 3 000 *ом* и на посту предупреждения не более 1 000 *ом*.

Сопротивление земли измеряется омметром. Для этого вбивают два заземлителя на расстоянии около 2 *м* один от другого и к их зажимам подключают омметр. В этом случае омметр будет показывать сопротивление контактов с землей двух заземлителей. Сопротивление каждого из них будет в два раза меньше. Например, если омметр показывает 3 000 *ом*, то сопротивление одного контакта будет 1 500 *ом*. Чтобы получить сопротивление, например, в 500 *ом*, надо включить по три заземлителя и соединить их общим проводом, конец которого присоединить к соответствующим клеммам.

Сопротивление земли в сырых местах, в густой траве, в кустарнике и т. д. меньше, чем в сухих местах. Иногда землю увлажняют искусственно, вливая в воронку заземли-

[1] При большом сопротивлении земли число заземлителей увеличивают до 5—6 и более.

теля один-два стакана воды с разведенной в ней солью (около столовой ложки). Песчаная почва имеет очень большое сопротивление.

Зимой надо искать место для заземлителей под большими сугробами снега, вблизи жилых помещений, в скотных дворах и т. п.

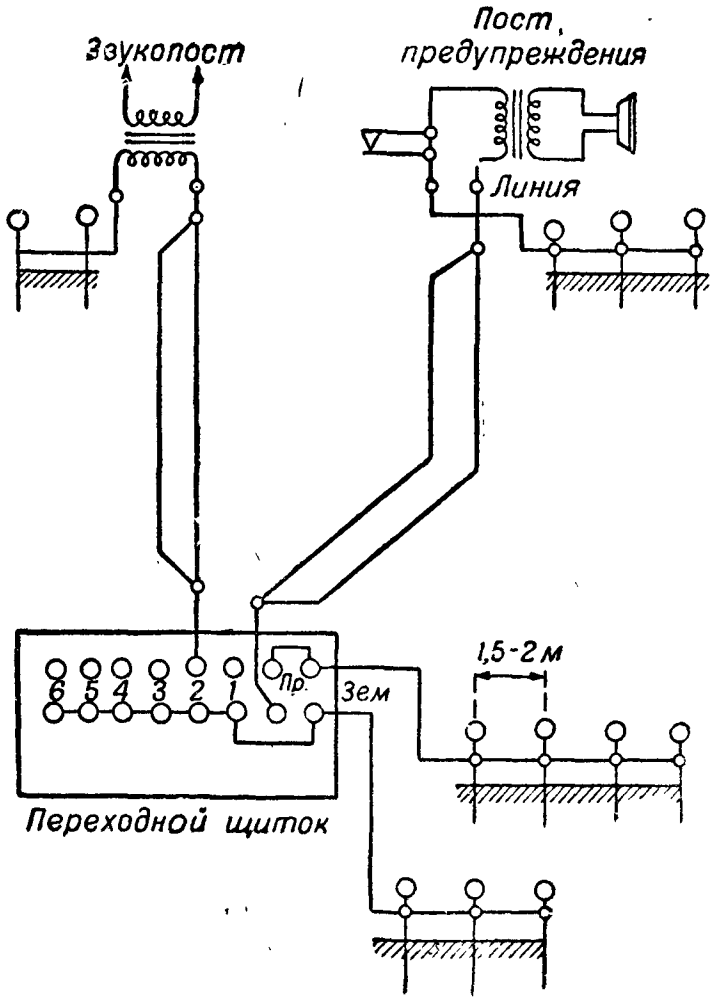


Рис. 152. Работа на однопроводной линии второго звукового поста и поста предупреждения

Схема перехода на однопроводную линию показана на рис. 152.

Переход на однопроводную линию происходит в таком порядке. На регистрирующем приборе отключается провод звукового поста (поста предупреждения) от общей клеммы и подключается к верхнему зажиму (у предупредителя — к нижнему) (рис. 152). Заземлители на центральной станции должны быть включены все время. Верхняя крайняя правая клемма служит для заземлителей поста предупреждения, а нижняя правая клемма — для звуковых

постов. На звуковых постах оба провода подключают к правой клемме ящика трансформатора, а к левой подключают провод от заземлителей. На посту предупреждения оба провода также подключаются к правой линейной клемме предупредителя, а к левой присоединяется провод от заземлителей.

Развертывание и работа пункта обработки

Получив приказ командира вычислительного взвода на развертывание пункта обработки, командиры отделений (дешифровщиков и вычислителей) выстраивают свои отделения, объясняют им задачу и подают команду **„К развертыванию приступи"**. По этой команде отделения подходят к машине, берут свои приборы и устанавливают их на место, указанное командиром взвода. Порядок размещения приборов должен соответствовать порядку обработки лент и отсчетов (рис. 153). Одновременно с этим командир вычислительного отделения выставляет охрану пункта.

В процессе развертывания пункта обработки командир вычислительного взвода приказывает свободным номерам произвести инженерное оборудование и маскировку центрального пункта.

Действия на пункте обработки можно подразделить на подготовительные и рабочие. Подготовительные действия ведутся в период развертывания линейного взвода.

К подготовительным действиям относятся:

— подготовка рабочих мест;

— снятие и определение параллакса перьев и проверка скорости ленты;

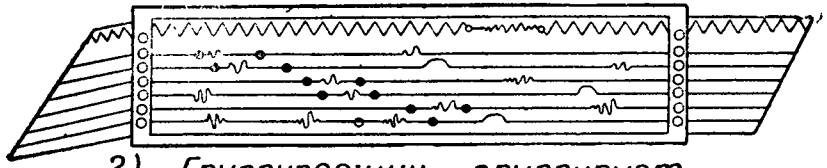
— подготовка разведывательного планшета и, по мере поступления данных, определение длин акустических баз, дирекционных углов директрис, расчет координат и нанесение на планшете точек *О* и *Д*, проверка направлений и построение директрис по этим точкам;

— подготовка данных по сводному бланку и настройка счетных звукометрических линеек; подготовка бланков для обработки отсчетов;

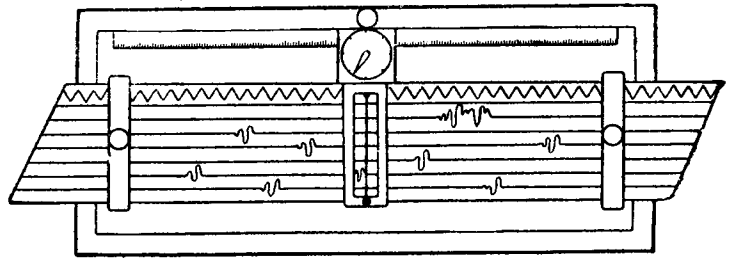
— подготовка лент-дешифраторов согласно районам особого внимания или разведучасткам.

Подготовке рабочих мест следует уделить большое внимание. Все приборы должны быть под руками; для укладки обработанных лент и бланков должно быть отведено специальное место. Ленты и бланки должны быть так уложены, чтобы в любой момент можно было взять для проверки любую ленту и любой бланк. Шаблоны лент должны быть на виду у дешифровщиков.

1) Дешифровщик дешифрирует полученную ленту с РП



2) Снимающий отсчеты снимает с ленты отсчеты (τ)



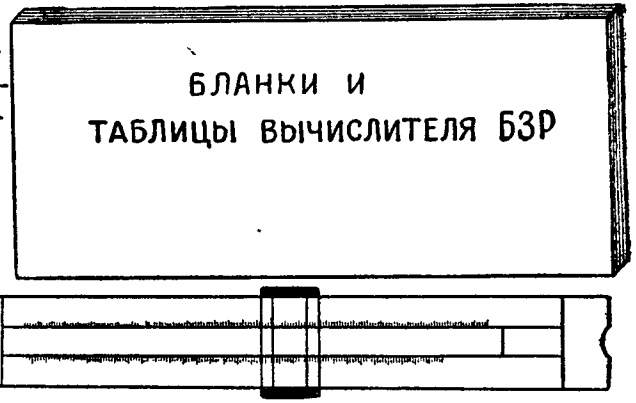
3) Группировщик группирует отсчеты по целям

Бланк для записи снимающего отсчеты

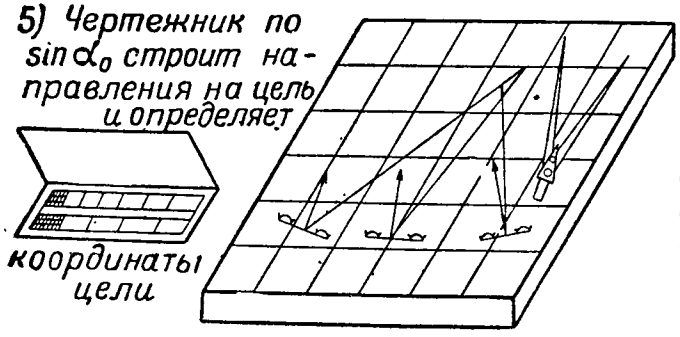
Часы мин	Левая ЗП	№ цели	Средняя ЗП	№ цели	Правая ЗП	№ цели
7 00	+378	101	+450	101	-810	101
9 20	- 10	104	- 83	104	+713	104
9.30	+370	101	+449	101	-815	101
9.40	-112	104	- 86	104	-420	104
9.50	-1500	102	+ 99	102	+290	102
10.00	-800	102	+100	102	+300	102

Снимал Бочков

4) Вычислитель рассчитывает элементы акустических баз и определяет $\sin \alpha_0$



5) Чертежник по $\sin \alpha_0$ строит направления на цель и определяет координаты цели



6) Координаты целей заносятся в журнал целей БЗР и передаются в штаб разведывательного дивизиона (штаб группы)

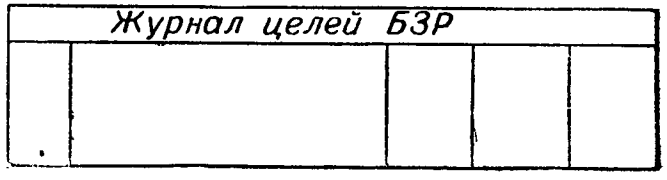


Рис. 153. Схема работы пункта обработки

Для производства подготовительных работ на пункте обработки должны быть:

1) лента с записями для снятия параллакса перьев и проверки скорости ее;

2) координаты звуковых постов; в первый период работы эти координаты будут неточные, определяемые по карте; затем получают точные координаты от топографического взвода;

3) обозначенные на карте (планшете) районы особого внимания для подготовки лент-дешифраторов и определения величин η;

4) метеорологический бюллетень; как правило, надлежит пользоваться данными бюллетеней метеорологической станции и только при отсутствии последних можно пользоваться наземными данными согласно бюллетеню отделения метеорологической службы батареи.

К рабочим действиям относятся:

— дешифрирование лент;
— снятие отсчетов;
— группирование отсчетов;
— определение средних значений отсчетов;
— определение синусов углов α_0;
— определение координат целей.

Снятые с планшета координаты цели чертежник записывает в журнал целей.

Развертывание и работа метеорологического поста

Получив приказание командира вычислительного взвода на развертывание, личный состав отделения метеорологической службы берет из машины приборы и устанавливает их на место согласно полученному приказанию. Одновременно с развертыванием поста производятся инженерное оборудование его и маскировка.

Вначале отрываются щели и при наличии времени оборудуется землянка (блиндаж).

Первый бюллетень передают в срок, указанный командиром вычислительного взвода, последующие бюллетени составляют и передают через каждый час. При быстрых изменениях метеорологических элементов бюллетени составляются:

— при изменении температуры на 2°;
— при изменении средней скорости ветра на 1 *м/сек* или среднего значения направления его на 2-00.

Инженерное оборудование центрального пункта

Основным демаскирующим признаком пункта являются линии связи и хождение людей. Поэтому на центральном пункте, так же как и на других постах, должна быть уста-

новлена строгая дисциплина в отношении движения личного состава. На открытой местности надо принимать необходимые меры по маскировке линий связи, так, например, провода нужно прокладывать на местности, фон которой подходит к цвету кабеля, для этой цели используют канавы, изгороди, траву, кустарник и т. п.

При ускоренном развертывании сначала отрываются щели и окоп простейшего вида, маскируемый сверху масксетью. Примерный план такого окопа дан на рис. 154. Размеры окопа (поверху) примерно 300×800 *см*. В одном конце окопа устраивается вход со ступеньками, а в дру-

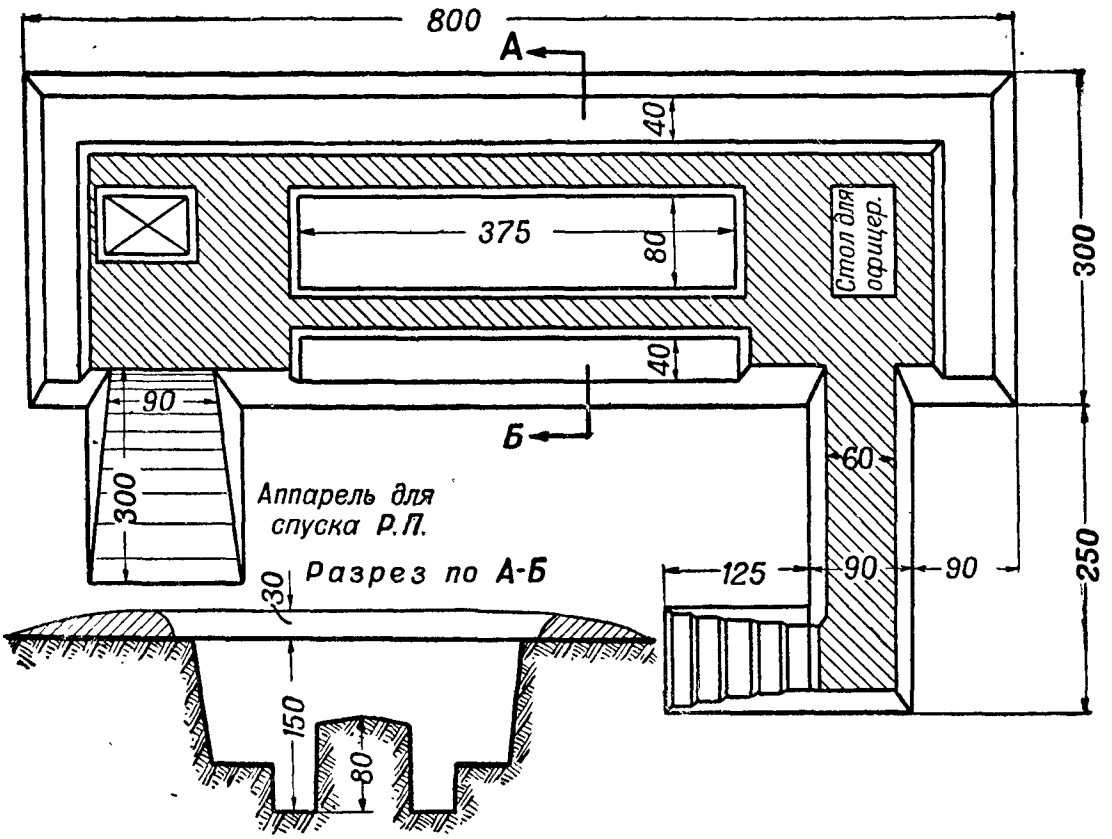


Рис. 154. План окопа центрального пункта

гом — аппарель шириной понизу 90 *см*, по которой проходят с регистрирующим и другими приборами. Глубина окопа 150 *см* при высоте бруствера 30 *см*. Общая высота укрытия 180 *см*. В центре окопа оставляют земляной валик размером 375×80 *см*, который используется как стол для дешифровщиков, снимающих отсчеты, вычислителей и т. д. Вдоль стенки окопа оставляют земляной выступ шириной 40 *см*, служащий скамьей для личного состава пункта обработки. Слева, против аппарели, ставят регистрирующий прибор. Против входа (в правой части окопа) — рабочее место офицеров. Узел связи помещается в углу справа от входа.

При длительном пребывании центрального пункта на одном месте приступают к переоборудованию окопа в землянку (блиндаж). Для этого сверху делают перекрытие, укладывая венец сруба из бревен диаметром 25—30 *см* на расстоянии 30—40 *см* от края окопа (рис. 155). На этот нижний венец укладывают поперечные бревна длиной

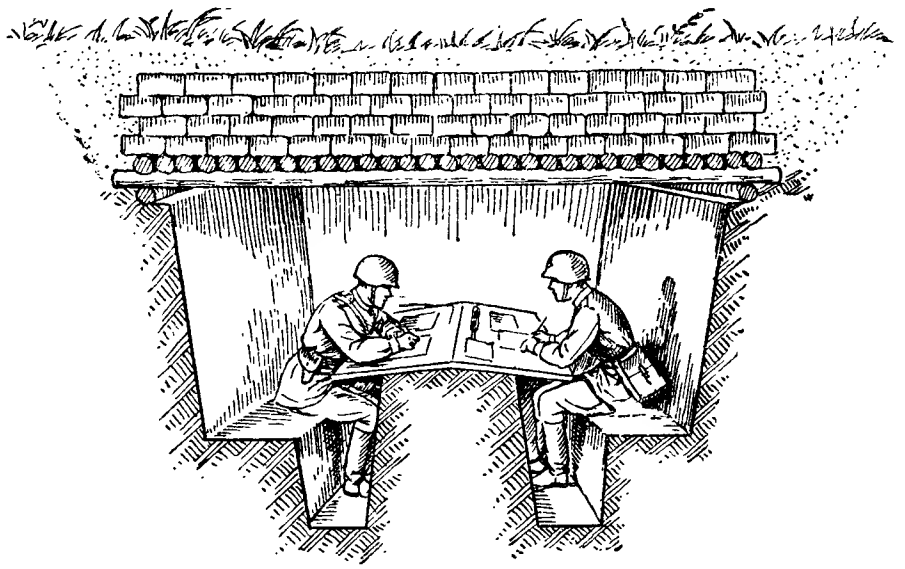


Рис. 155. Блиндаж центрального пункта

450 *см* и продольные длиной 850 *см*. Поверх бревен кладут слой глины толщиной 15 *см*, а затем слой земли толщиной 50 *см*. У входа в блиндаж строят тамбур, крытый жердями. Пол, стены и скамейки землянки укрепляются жердевой одеждой.

Для отдыхающей команды оборудуется в 15—25 *м* от центрального пункта жилая землянка (блиндаж) (рис. 156). Для офицеров оборудуется подобная же землянка, но несколько меньших размеров. Между землянками устраиваются хорошо замаскированные хода сообщения.

Укрытие для автотранспорта

При расположении автотранспорта за крутыми скатами возвышенностей создаются заслоны с крутыми стенками (рис. 157). Для маскировки используются маскировочные сети и подручный маскировочный материал. Если имеется возможность, то над заслонами устраивают противооскольчное перекрытие из накатника и земли.

При расположении автотранспорта на открытой местности, где не имеется естественных укрытий, делают укрытие в виде котлована, с аппарелью (рис. 158), обращенной в тыл. Размеры котлована для одной машины типа

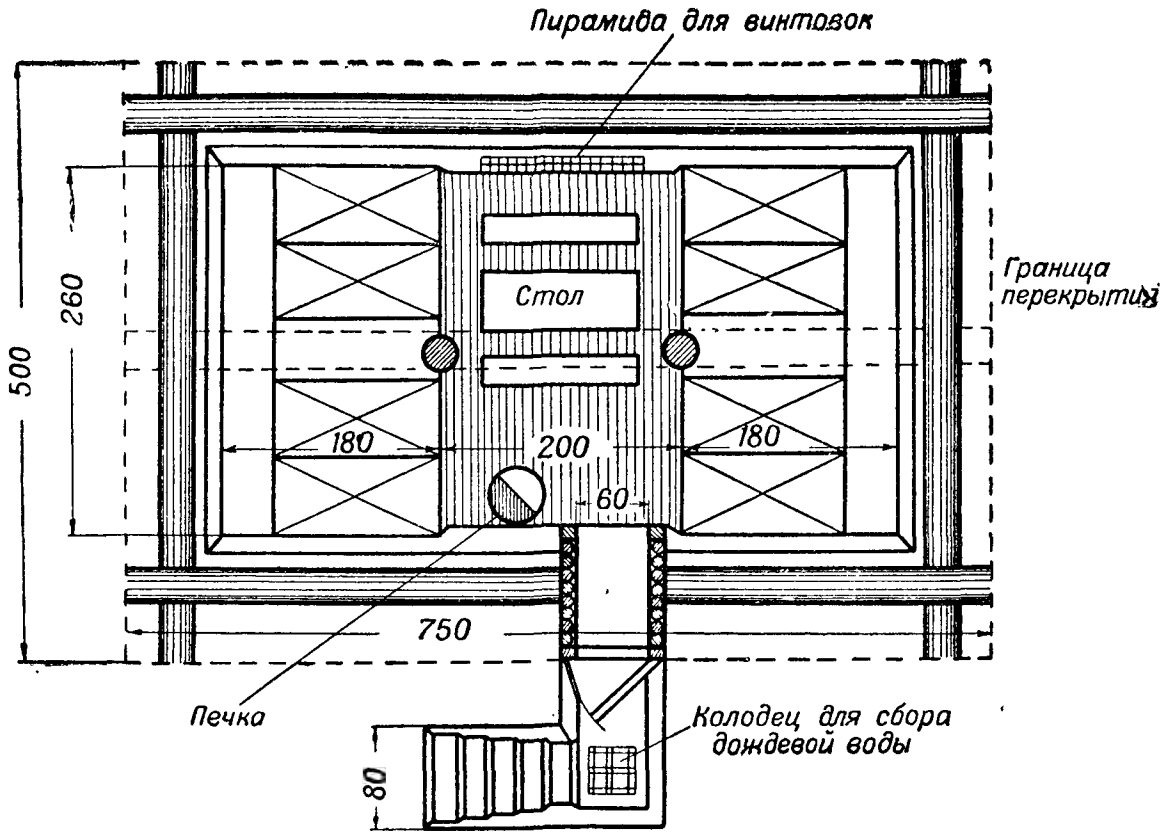


Рис. 156. План землянки для отдыхающей команды центрального пункта

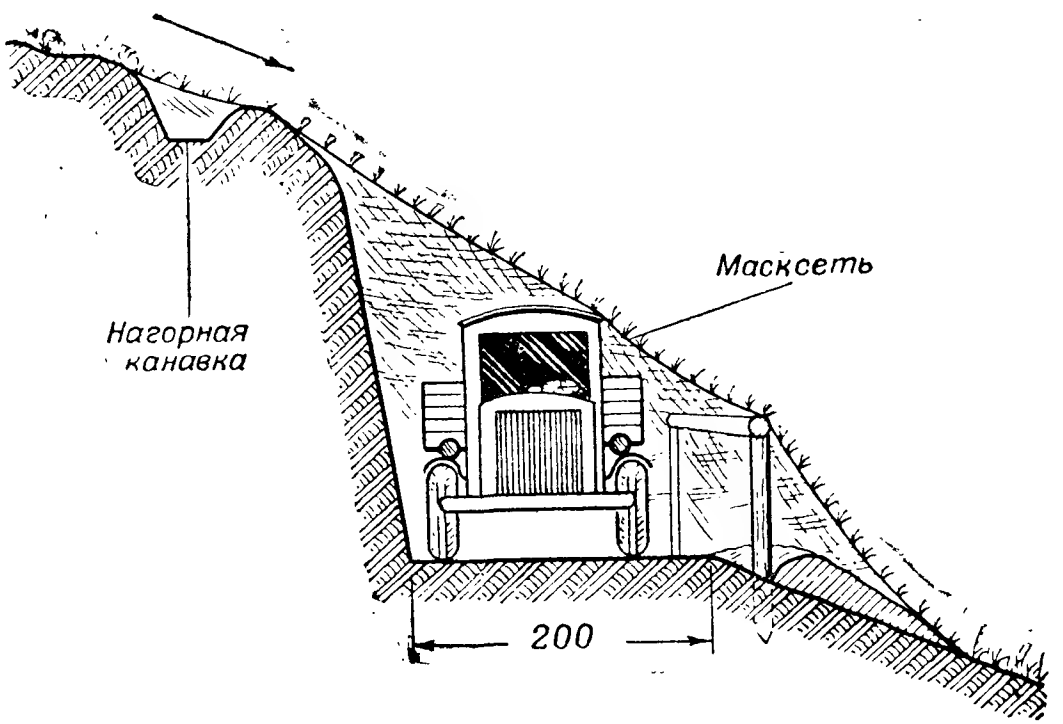


Рис. 157. Заслон для укрытия автотранспорта

ГАЗ-АА должны быть следующие: ширина 260 *см*; длина котлована 600 *см*; длина аппарели 480 *см*; глубина окопа 130 *см*; высота бруствера 70 *см*.

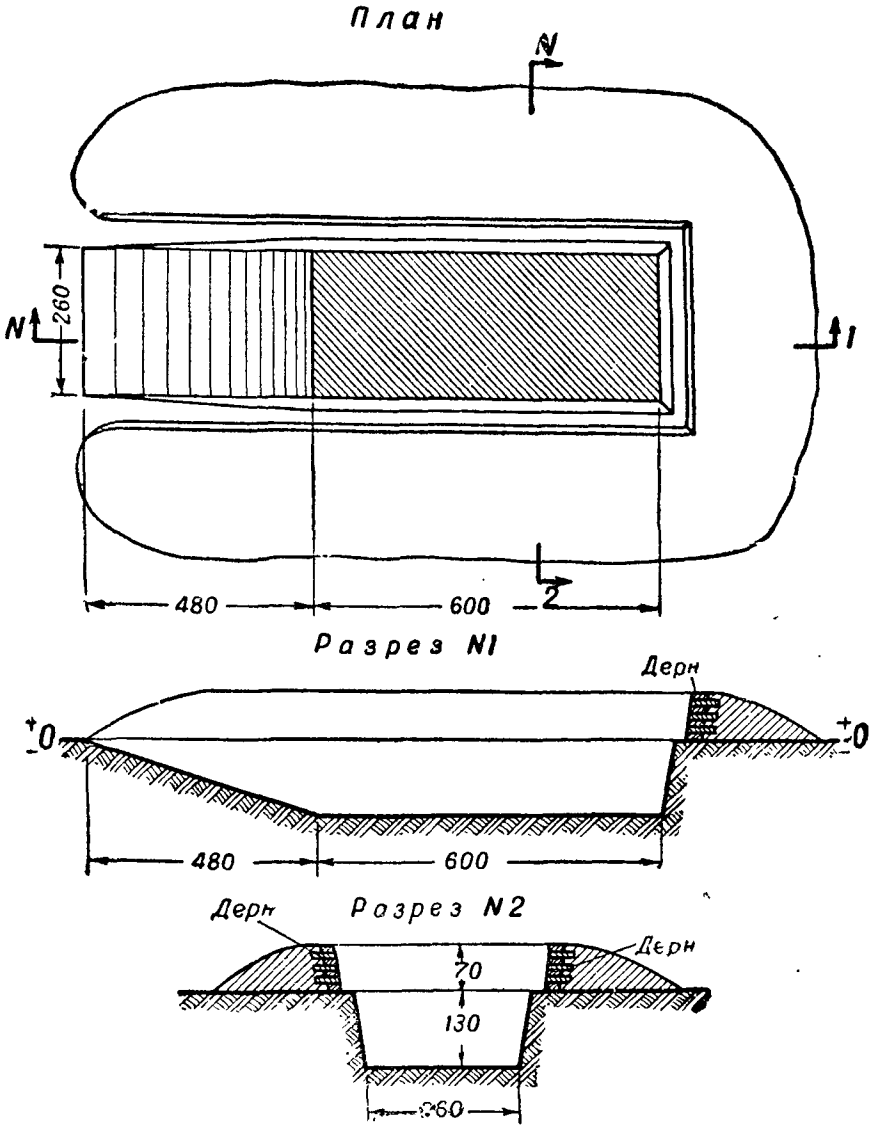


Рис. 158. Котлован для укрытия автотранспорта

При оборудованной машине пункт обработки и центральная станция могут развертываться и вести работу в машине. Укрытие машины производится, как указано в данном разделе.

Меры по самообороне постов

С прибытием личного состава на пост предупреждения, на звуковые посты и на центральный пункт назначаются дежурные наблюдатели, которые должны непрерывно наблюдать за подступами к посту и своевременно предупреждать весь состав поста о появлении противника. Для

этой цели выбирают вблизи поста место с хорошим обзором. Если нет места, где может быть обеспечен круговой обзор, то наблюдатель должен ходить по такому маршруту, чтобы все подходы к посту просматривались. С целью самообороны поста производится расчет личного состава, подготовляются стрелковые ячейки и каждому указываются его обязанности и место в бою.

На посты и центральный пункт никто из посторонних лиц не допускается, а подозрительные лица задерживаются и направляются в штаб дивизиона или в штаб ближайшей части.

§ 6. РАЗВЕРТЫВАНИЕ БАТАРЕИ ЗВУКОВОЙ РАЗВЕДКИ В ПЕРИОД ПОДГОТОВКИ АРТИЛЛЕРИЙСКОГО НАСТУПЛЕНИЯ

В период подготовки артиллерийского наступления батарея звуковой разведки выполняет следующие задачи:

— ведет разведку и доразведку артиллерийских и минометных батарей противника, координаты которых должны быть определены с максимальной точностью;

— ведет наблюдение за ранее обнаруженными целями, обращая особое внимание на фланговые цели;

— обслуживает пристрелку и участвует в создании звуковых реперов.

Способ развертывания нормальный. Ширина полосы разведки в этот период задается до 6—7 *км*. Засечка целей производится, как правило, с исключением систематической ошибки.

Рассмотрим на конкретном примере развертывание батареи в этот период.

Батарея звуковой разведки в 22.00 10 июля 1948 г. расположилась на ночлег в 0,5 *км* южнее Яныши (рис. 159). Батарея обеспечивает подгруппу артиллерийской группы. Штаб разведывательного дивизиона (ОРАД-318) в 1 *км* восточнее фл. Холявичи.

Постановка задачи

Начальник штаба разведывательного дивизиона вызвал в 4.30 11 июля 1948 г. в штаб командира батареи и поставил ему задачу на развертывание:

1. Противник перешел к обороне. Передний край его обороны проходит по западному берегу р. Наумка. По данным авиаразведки и по сведениям, полученным от пленных, огневые позиции артиллерии имеются в районе ур. Дубровка, ур. Заднее поле и в районе выс. 198,7.

2. Передовые подразделения нашей пехоты вышли на рубеж, что 0,5 *км* восточнее р. Наумка. Задача подгруппы 57 — обеспечить наступление 57 ск в полосе: справа — Шандры (93-19), Меловцы, Куколки; слева — ст. Андреевцы,

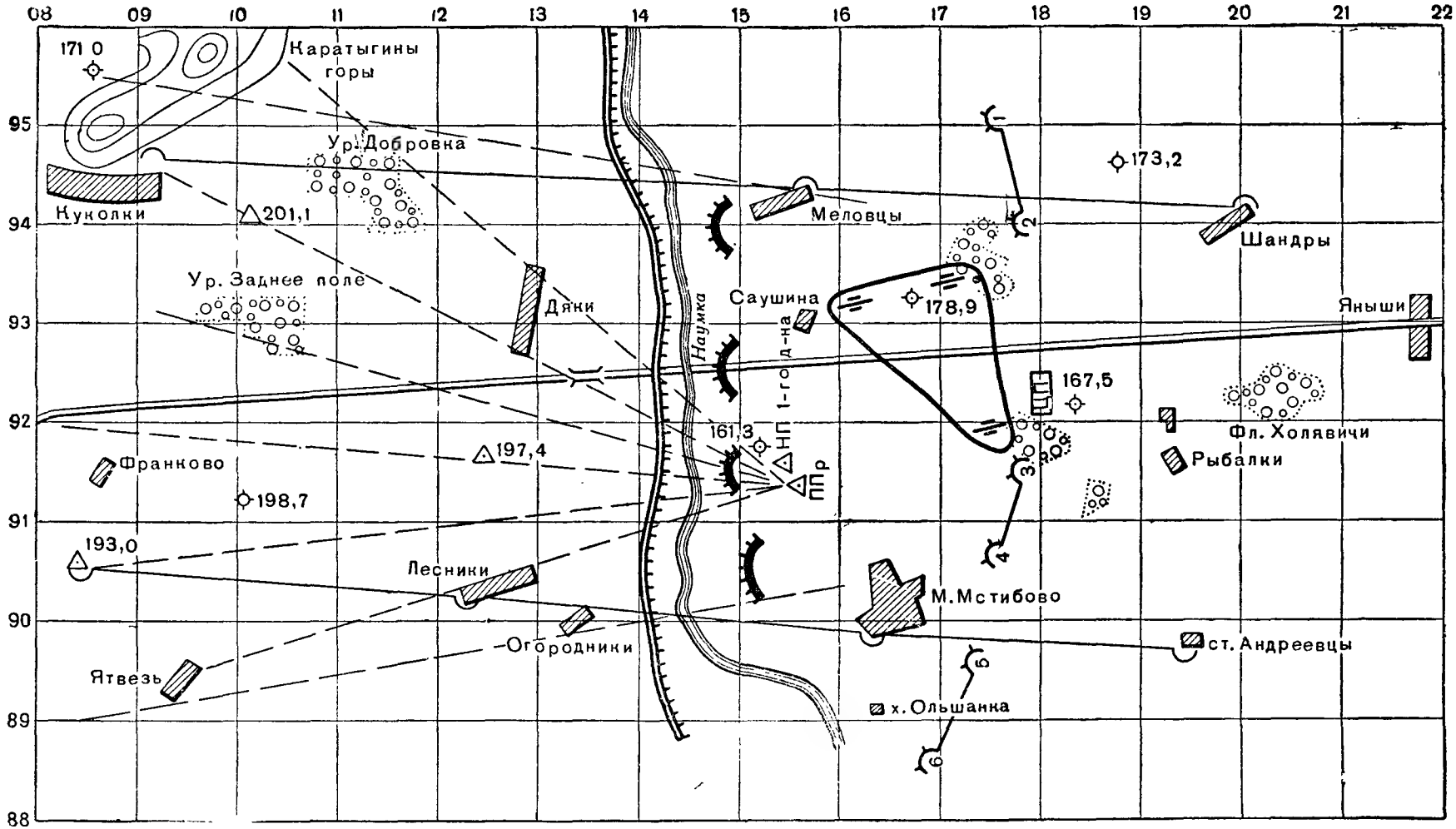


Рис. 159. Схема развертывания батареи звуковой разведки в период подготовки артиллерийского наступления

м. Мстибово, Лесники, выс. 193,0, и вести борьбу с артиллерией и резервами противника. Район огневых позиций подгруппы — роща в 1 *км* северо-восточнее Саушина, иск. роща в 1 *км* западнее фл. Холявичи, иск. Саушина. Район НП: юго-восточнее 0,5 *км* выс. 161,3—Саушина. Полоса разведки подгруппы: справа — Меловцы, выс. 171,0, слева — Огородники, Ятвезь.

3. Батарее развернуться для ведения разведки с задачей обеспечения боевой работы подгруппы артиллерийской группы.

4. Полоса разведки батареи — полоса разведки подгруппы, районы особого внимания: 1) ур. Дубровка, ур. Заднее поле, Куколки и 2) район выс. 198,7, Франково, исключительно ур. Заднее поле.

5. Рубеж развертывания — 1 *км* северо-западнее выс. 173,2 (9518); 0,5 *км* юго-восточнее х. Ольшанка.

6. Развертывание нормальное, развернуть шесть звуковых постов.

7. После выбора центрального пункта выслать в штаб дивизиона разведчика. Конец линии связи будет подан на центральный пункт. Связь с НП командира 1-го дивизиона Н-ской пушечной бригады установить через пост предупреждения. НП 1-го дивизиона — выс. 161,3. По развертывании батареи будете корректировать огонь 1-го дивизиона. Бюллетени „Метеозвук" будете получать по телефону из штаба дивизиона.

8. Топопривязка будет произведена топовзводом РАД. Командир топовзвода прибудет к Вам в 5.20. До привязки звуковых постов взводом топографической разведки работу вести на основе топографической привязки звуковых постов по карте.

9. Время готовности с топопривязкой звуковых постов по карте в 16.00, на полной топооснове в 21.00.

10. Нумерация целей от 101 до 160.

11. О засеченных артиллерийских и минометных батареях (орудиях и взводах) доносить немедленно по телефону. Боевые донесения представлять к 8.00 и к 18.00 ежедневно в штаб разведывательного дивизиона — роща в 1 *км* восточнее фл. Холявичи.

12. О засечке реперов для переноса огня и для исключения систематической ошибки будет сообщено дополнительно.

Разведка рубежа развертывания и выбор элементов боевого порядка батареи

Командир батареи звуковой разведки, получив задачу на развертывание, вернулся в 5.00 на место остановки батареи и приступил к организации разведки рубежа раз-

вертывания. При этом он произвел следующий расчет времени. Для развертывания батареи дано 11 часов. Из них на развертывание потребуется 5 часов, поэтому на разведку рубежа можно будет уделить 5—6 часов, т. е. к разведыванию батареи можно приступить в 11 часов. Исходя из этого времени, командир батареи решил сам вместе с командиром линейного взвода произвести выбор постов средней и левой баз и поста предупреждения и уточнить расположение постов правой базы. С этой целью разъезды были организованы следующим образом.

В первый разъезд, возглавляемый командиром батареи, вошли: командир батареи, командир линейного взвода, командир топографического взвода, начальники средней и левой баз, начальник поста предупреждения и разведчик.

Во второй разъезд вошли: начальник правой базы, звукометрист одного из постов и командир отделения топографического взвода.

В третий разъезд, возглавляемый командиром измерительно-вычислительного взвода, вошли командир измерительно-вычислительного взвода и начальник метеорологического поста.

К 5.30 командир батареи объяснил задачу батареи и поставил задачу перед каждым разъездом.

При постановке задачи разъездам командир батареи указал по карте:

— рубеж переднего края противника и районы вероятного положения его артиллерии;

— расположение своих передовых частей;

— рубеж развертывания батареи звуковой разведки;

— места расположения элементов боевого порядка батареи, а также:

— буссоли директрис;

— время окончания разведки;

— место сбора разъездов по выполнении задачи.

Буссоли директрисы правой базы — 43-00, средней — 46-00 и левой — 48-00.

Время окончания разведки в 11.00.

В 5.40 командир батареи вместе со всеми разъездами выехал на машине в намеченный по карте район центрального пункта (выс. 167,5 — см. рис. 159). Здесь он отдал приказание начальнику третьего разъезда (командиру измерительно-вычислительного взвода) уточнить место центрального пункта, после чего вызвать батарею и подготовить ее к развертыванию. Здесь же он ориентировал начальника второго разъезда по карте и на местности и приказал отправиться в район правой базы, выбрать места для 1-го и 2-го звуковых постов и ожидать его на северной опушке рощи, что северо-восточнее выс. 178,9. Сам во главе первого

разъезда отправился на выбор звуковых постов средней и левой баз и поста предупреждения.

Выбрав точки стояния звукоприемников для 3-го и 4-го звуковых постов (см. рис. 159), командир батареи и командир линейного взвода нанесли их на карту, а начальник средней базы отметил точки стояния звукоприемников на местности колышками и затем согласно приказанию командира батареи отправился в район центрального пункта для подготовки своих постов к развертыванию.

После этого разъезд отправился в район левой базы, выбрал места для стояния звукоприемников для 5-го и 6-го звуковых постов, нанес их на карту, а начальник третьей базы отметил их на местности колышками, после чего отправился в район центрального пункта.

Далее разъезд по дороге в район поста предупреждения заехал в м. Мстибово, где командир батареи приказал водителю машины отправиться в район развертывания первой базы, а сам с остальным составом разъезда пешком отправился в район поста предупреждения. В 8.00 разъезд прибыл в район выс. 161,3. Пост предупреждения был выбран в 600 *м* юго-восточнее этой высоты, командир батареи и командир взвода отметили местоположение поста на карте, а начальник поста отметил на местности местоположение поста колышком. Здесь же был уточнен передний край оборонительной полосы противника и районы особого внимания, и командир батареи указал начальнику поста предупреждения границы сектора наблюдения (вправо на северо-восточный угол опушки ур. Добровка и влево — на Ятвезь), дал кодировку местности и указал основное направление на мост через шоссе, что в 0,5 *км* юго-восточнее Дяки (буссоль основного направления 48-00).

После этого разъезд отправился в район первой базы По дороге на первую базу командир батареи зашел на НП командира 1-го дивизиона, что в 350 *м* юго-восточнее выс. 163,1, и уточнил с командиром этого дивизиона вопросы связи и корректуры огня. Было согласовано, что командир дивизиона подаст конец линии связи на пост предупреждения, а начальнику поста отдано распоряжение: по получении конца линии связи с НП 1-го дивизиона включить его в свой телефонный аппарат.

Далее командир батареи отдал приказание начальнику поста предупреждения отправиться на центральный пункт и с остальным составом разъезда отправился в район первой базы, куда и прибыл в 9.30. Там его встретил начальник первой базы и доложил о выборе постов. Командир батареи утвердил их местоположение и в 10.45 вернулся в район центрального пункта. Здесь командир батареи

собрал командиров взводов и в 11.00 отдал устный приказ на развертывание. Батарея к этому времени прибыла в район центрального пункта.

Устный приказ командира батареи на развертывание

„1. Сведения о противнике, задачи своих войск и задача батареи известны[1].

2. Командиру линейного взвода развернуть взвод на рубеже, установленном при разведке.

Время готовности — 15.30. Схему привязки звуковых постов по карте представить мне в 16.00. Координаты постов передать по телефону. Привязку звуковых постов производит 1-й взвод топографической батареи.

3. Командиру измерительно-вычислительного взвода развернуть взвод (центральный пункт) здесь (указывает место). Время готовности — 15.00. Нумерация целей от 101 до 160.

До привязки звуковых постов топографическим взводом работу производить на планшете графическим способом. Машины по окончании развертывания сосредоточить в роще, что южнее центрального пункта".

По отдаче приказа командир батареи остается на центральном пункте, откуда и руководит работой батареи.

В соответствии с дальнейшими указаниями из штаба разведывательного дивизиона (штаба подгруппы) указывает:

1) на засечку каких целей обратить особое внимание;

2) для уточнения каких ранее засеченных целей необходимы добавочные ленты (записи);

3) как производить засечку реперов для исключения систематической ошибки и т. д.

Получив приказание произвести пристрелку, дает указание о подготовке к ней. Следит за правильным ведением анализа целей, за правильным ведением боевых документов и своевременной отправкой их.

Командир линейного взвода, получив приказ на развертывание, выстраивает свой взвод и в 11.20 отдает устный приказ на развертывание взвода.

Устный приказ командира линейного взвода

„1. Противник обороняется. Передний край его обороны проходит по западному берегу р. Наумка, что в 4 *км* впереди нас, и от колена этой реки на юг.

2. Передовые части нашей пехоты находятся в 0,5 *км* восточнее р. Наумка.

---

[1] Если в процессе разведки рубежа развертывания был уточнен передний край расположения противника или получены какие-либо новые данные о противнике, то командир батареи в устном приказе об этом указывает.

3. Рубеж развертывания взвода впереди нас в 0,5 *км* и на 3 *км* вправо и влево от нас. Центральный пункт здесь.

4. Начальнику центральной станции (работающему на регистрирующем приборе) развернуть центральную станцию. Время готовности — 15.00.

5. Начальнику поста предупреждения — развернуть пост в 600 *м* юго-восточнее выс. 161,3. Сектор наблюдения, районы особого внимания и основное направление Вам известны. Время готовности — 15.00.

6. Начальникам баз развернуть звуковые посты в указанных Вам местах. Время готовности: для правой и левой баз — в 15.30; для средней базы — в 15.00.

По окончании развертывания машины сосредоточить в роще, что южнее центрального пункта".

После отдачи приказа командир линейного взвода руководит развертыванием взвода. Руководство в процессе развертывания заключается в принятии всех мер для своевременного развертывания взвода. Руководство в процессе работы заключается в принятии всех мер для обеспечения бесперебойной работы регистрирующего прибора, звуковых постов и поста предупреждения. Командир взвода руководит его работой, находясь на посту предупреждения или на центральном пункте. При встретившихся затруднениях на каком-либо звуковом посту выезжает на этот пост.

Устный приказ командира измерительно-вычислительного взвода

В приказе сообщаются сведения о противнике и о своих частях, как и в приказе командира измерительно-вычислительного взвода. Далее в приказе указывается:

„1. Командирам отделений пункта обработки развернуть отделения, подготовить приборы и рабочие места к работе. Место пункта обработки здесь (указывает место). Время готовности — 14.30.

2. Командиру вычислительного отделения выделить одного вычислителя в распоряжение работающего на регистрирующем приборе на период развертывания последнего и выставить охрану центрального пункта.

3. Начальнику отделения метеорологической службы развернуть отделение в 50 *м* юго-восточнее центрального пункта по направлению на отдельное дерево. Время готовности — 15.00. Бюллетени представлять через каждый час. Вести визуальное наблюдение за состоянием погоды и производить своевременную обработку бюллетеней „Метеозвук".

4. По освобождении машин отправить их в рощу, что южнее центрального пункта".

По отдаче приказа командир взвода остается на пункте обработки и руководит работой последнего. Руководство боевой работой пункта обработки со стороны командира измерительно-вычислительного взвода заключается в следующем:

1) в период подготовительной работы взвода он принимает все меры к скорейшему оборудованию рабочих мест, к заготовке и расчету соответствующих данных для обработки лент и отсчетов, как то: к расчету и подготовке лент-дешифраторов, подготовке счетных звукометрических линеек, получению метеорологических данных и т. п.;

2) принимает меры к более быстрому и точному получению координат целей, руководствуясь при этом указаниями командира батареи;

3) производит анализ разведанных целей;

4) руководит инженерным оборудованием и маскировкой центрального пункта;

5) принимает меры к обороне пункта.

§ 7. РАЗВЕРТЫВАНИЕ БАТАРЕИ ЗВУКОВОЙ РАЗВЕДКИ В ПЕРИОД БОЯ АВАНГАРДОВ В ПОЛОСЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ

В период боя авангардов в полосе обеспечения батарея звуковой разведки развертывается в тех случаях, когда бой принимает затяжной характер. Развертывание боевого порядка производится ускоренным способом. Ширина полосы разведки, как правило, дается 3—4 *км*.

Особенностью работы батареи звуковой разведки в этот период боя является корректирование огня сразу же после засечки целей. Поэтому особенное внимание должно быть обращено на взаимодействие и надежность связи батареи звуковой разведки с обслуживаемыми огневыми подразделениями.

Рассмотрим на примере действие батареи звуковой разведки в период боя авангардов в полосе обеспечения.

Предположим, что батарея к вечеру 9 июля 1948 г. прибыла в район Крисевичи (схема на рис. 160). Штаб разведывательного артиллерийского дивизиона — в 1 *км* юго-восточнее Крисевичи. Начальник штаба разведывательного дивизиона в 4 30 10 июля 1948 г. вызвал в штаб дивизиона командира батареи звуковой разведки и поставил задачу на развертывание, в которой указал:

„1. По данным авиаразведки и сведениям, полученным от пленных, противник укрепляется на западном берегу р. Наумка. Большие скопления пехоты замечены в ур. Добровка, ур. Заднее поле.

2. 55 сд, действующая в составе 3-го стрелкового корпуса, наступает в полосе, имея границы справа — фл. Борки,

Шандры, Куколки; слева — Задворанцы, Андреевцы, Лесники, выс. 193,0.

Головные отряды дивизии в 4.00 10.7 остановлены при выходе из рощ, что западнее Костевщизна и восточнее г. дв. Гнезно, организованным ружейно-пулеметным и минометным огнем из Яныши, г. дв. Гнезно, с высот и из лощины, что между Яныши, г. дв. Гнезно. Около двух батарей вели огонь из района рощи, что в 1 *км* северо-восточнее фл. Холявичи, и южной окраины Шандры. По данным авиаразведки от Яныши до г. дв. Гнезно имеются траншеи. Авангард дивизии в 4.30 10.7 развертывается на западном берегу р. Россь. Для обеспечения действия авангарда последнему придан 1-й и 2-й дивизионы Н-ской артиллерийской бригады.

3. Ваша батарея обеспечивает действия 1-го и 2-го дивизионов в период боя авангардов.

4. Полоса разведки батареи: справа — фл. Борки, Тальковцы; слева — Задворанцы, Ятвезь.

Районы особого внимания — Шандры и фл. Холявичи с рощей, что в 1 *км* восточнее фл. Холявичи.

5. Рубеж развертывания — Костевщизна, фл. Блонкитна.

6. Развертывание ускоренное, развернуть 4 поста.

7. По выборе места для центрального пункта выслать в штаб разведчика. Конец линии связи будет подан на центральный пункт.

8. Батарее корректировать огонь 1-го дивизиона. НП 1-го дивизиона в 1 *км* северо-западнее выс. 190,3. Командиру 1-го дивизиона дано указание установить с батареей телефонную связь.

9. Топопривязку производить по карте.

10. Срок готовности батареи — 8.00.

11. Нумерация целей — от 101 до 130.

12. О засеченных артиллерийских и минометных батареях доносить немедленно по телефону. Боевые донесения представлять в 8.00 и в 17.00 ежедневно. Штаб дивизиона в 1 *км* северо-восточнее Крисевичи".

Командир батареи, выехав для получения задачи, взял с собой командиров линейного и измерительно-вычислительного взводов, начальников правой и средней баз, начальника поста предупреждения, начальника центральной станции и разведчика.

Получив задачу на развертывание, командир батареи ознакомил с обстановкой и с задачей батареи взятый с собой личный состав, пользуясь для этого картой. Затем в 5.00 выехал в район развертывания и после короткой

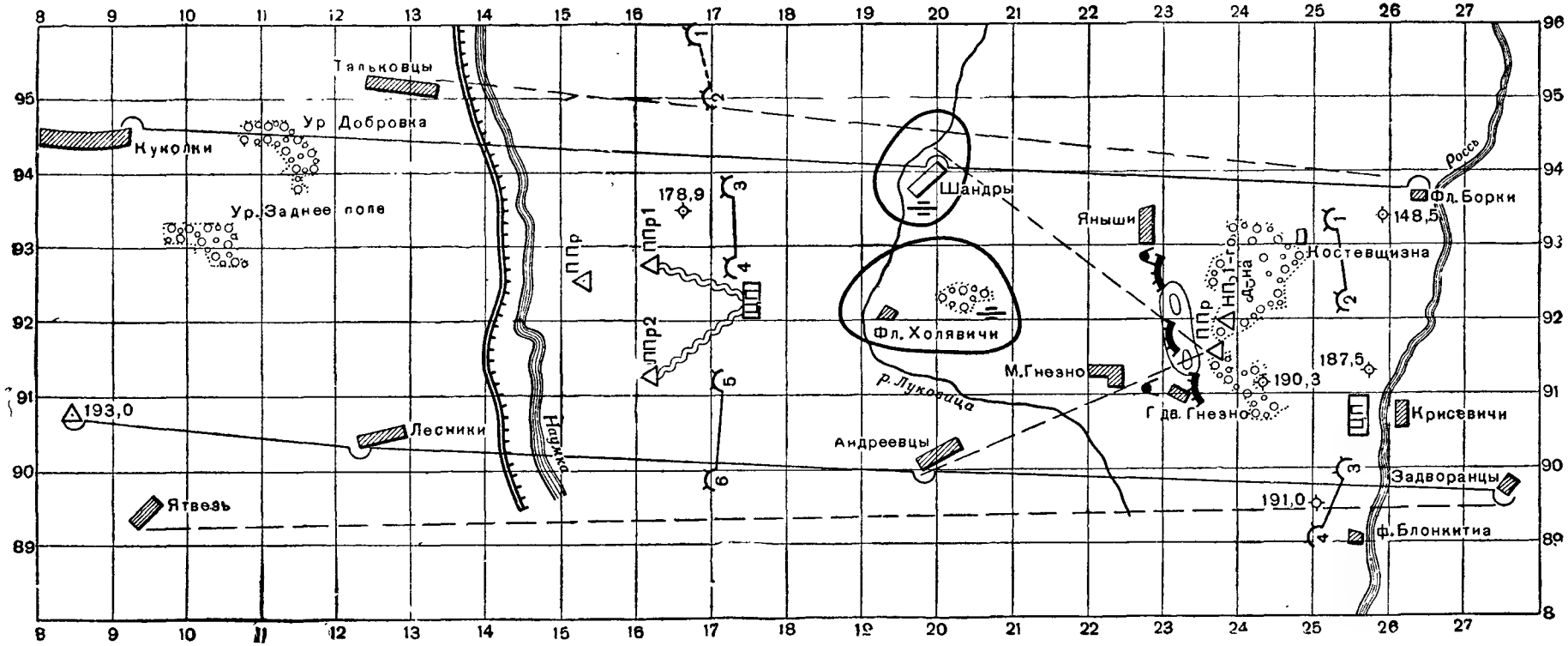


Рис. 160. Схема развертывания батареи звуковой разведки в период боя авангардов в полосе обеспечения и с боевым охранением противника и переход на нормальный вид развертывания

рекогносцировки здесь же на местности отдал устный приказ на развертывание батареи. Разведчика отправил в батарею с задачей привести ее в район развертывания центрального пункта. В приказе указал сведения о противнике и задачу своих войск и далее поставил задачу:

„1. Батарее развернуться на рубеже Костевщизна — фл. Блонкитна.

2. Командиру линейного взвода развернуть первую базу на юго-восток от Костевщизна, установив первый пост в 800 *м* западнее выс. 148,5. Направление директрисы — на фл. Холявичи; вторую базу — в районе выс. 190,1, установив четвертый пост в 0,5 *км* южнее выс. 190,1; направление директрисы — на фл. Холявичи. Третью базу оставить в резерве. Пост предупреждения на северной опушке рощи, что в 0,5 *км* северо-восточнее г. дв. Гнезно. Центральный пункт в 0,5 *км* западнее Крисевичи. Время готовности — 7.30. Топопривязку звукопостов произвести по карте. Координаты постов после их привязки передать по телефону немедленно. Схему привязки представить мне в 8.00.

3. Командиру измерительно-вычислительного взвода развернуть взвод в 0,5 *км* западнее Крисевичи. Время готовности — 7.30. Нумерация целей от 101 до 130.

4. По использовании машин для прокладки линии связи на звуковые посты оставить их в районе звуковых постов".

Командир линейного взвода, получив приказ на развертывание, здесь же отдает устный приказ начальникам баз, начальнику поста предупреждения и начальнику центральной станции на развертывание взвода:

„1. Начальнику центральной станции развернуть центральную станцию в 0,5 *км* западнее Крисевичи. Время готовности — 7.30.

2. Начальнику первой базы развернуть первый пост в 800 *м* западнее выс. 148,5 и второй пост на юго-восток от первого по направлению на Крисевичи. Длина базы 1 *км*. Направление директрисы — на фл. Холявичи. Время готовности — 7.20. Звуковые посты привязать по карте. Схемы привязки выслать мне в 7.45.

3. Начальнику второй базы развернуть четвертый пост в 500 *м* южнее выс. 190,1 и третий пост на северо-восток от этой высоты. Длина базы 1 *км*. Направление директрисы — на фл. Холявичи. Время готовности — 7.00. Звуковые посты привязать по карте. Схему привязки представить мне в 7.35.

По окончании развертывания машины оставить в районе своих баз.

4. Начальнику поста предупреждения развернуть пост на северной опушке рощи, что в 0,5 *км* северо-восточнее г. дв. Гнезно. Сектор наблюдения Шандры, Андреевцы. Районы особого внимания Шандры и фл. Холявичи с рощей, что в 0,5 *км* восточнее фл. Холявичи. Время готовности — 7.20. Топопривязку производите по карте. Схему привязки представить в 7.45. В 0,5 *км* северо-восточнее Вас находится НП 1-го дивизиона, найдите командира дивизиона, возьмите у него конец линии связи и включите в свой телефонный аппарат".

Начальники баз, начальник поста предупреждения и начальник центральной станции, получив приказ командира линейного взвода, приступили к выполнению поставленной задачи.

При развертывании батареи командир линейного взвода руководит прокладкой линии связи и выбором постов правой базы. Командир батареи руководит прокладкой линии и выбором поста предупреждения. На месте уточняет сектор наблюдения, производит разбивку сектора на участки, кодирует карту и изучает на местности действие противника. Затем идет на КП командира 1-го дивизиона и уточняет с ним вопросы корректирования огня и связи. По получении доклада от командира вычислительного взвода о готовности батареи отдает приказание о производстве разведки целей и возвращается на центральный пункт.

Командир измерительно-вычислительного взвода, получив приказ командира батареи на развертывание, отдает устный приказ на развертывание взвода (пункта обработки), в котором, кроме сведений, указанных в пп. 1—2 приказа командира батареи, указывает:

„1. Командирам отделений пункта обработки развернуть свои отделения и приступить к подготовке приборов и рабочих мест к работе; место центрального пункта здесь (указывает место); время готовности в 7.45.

2. Командиру вычислительного отделения выделить одного вычислителя в помощь работающему на регистрирующем приборе.

3. Командиру метеорологического отделения развернуть отделение в 50 *м* по направлению на сарай. Время готовности в 7.00. Бюллетени представлять через каждый час. Вести визуальное наблюдение за состоянием погоды.

4. По освобождении машин сосредоточить их на восточных скатах выс. 187,5".

После отдачи приказа руководит работой отделений по развертыванию пункта обработки, инженерными и маскировочными работами.

§ 8. РАЗВЕРТЫВАНИЕ БАТАРЕИ ЗВУКОВОЙ РАЗВЕДКИ В ПЕРИОД БОЯ АВАНГАРДА С БОЕВЫМ ОХРАНЕНИЕМ ПРОТИВНИКА

В период боя авангарда с боевым охранением противника задачи и методы боевой работы батареи звуковой разведки те же, что и во время боя в полосе обеспечения.

К этому времени батарея может быть развернута где-либо на предыдущем рубеже или же будет находиться в резерве. Если батарея развернута на каком-либо рубеже, то начальник штаба разведывательного дивизиона поставит задачу батарее на перемену рубежа. Если батарея не была развернута, то начальник штаба поставит задачу на развертывание, подобно тому, как это было изложено в предыдущем параграфе.

Предположим, что батарея развернута на рубеже Костевщизна — ф. Блонкитна (рис. 160). В данном случае особенность будет заключаться в том, что на следующем рубеже будут развернуты средняя и левая базы, так как на рубеже Костевщизна — ф. Блонкитна были развернуты средняя и правая. При этом центральный пункт будет опять развернут ближе к средней базе. Схема развертывания батареи на втором рубеже показана на рис. 160. Рубеж этот находится в 2—3 *км* к востоку от р. Наумка.

На этом рубеже звуковые посты развернуты близко к боевому охранению противника. Поэтому для обеспечения работы батареи установлено два поста предупреждения — 1 и 2.

В период разведки главной полосы обороны противника батарея звуковой разведки получает задачу перейти на новый рубеж или же приступает к нормальному развертыванию на прежнем рубеже. В последнем случае производится дополнительная разведка боевых порядков, уточняется положение всех звуковых постов и развертывается третья база.

Взвод топографической батареи производит топографическую привязку звуковых постов. Схема развертывания батареи в данном случае показана на рис. 160. Рассматривая рисунок, можно видеть, что при переходе к нормальному развертыванию была дополнительно развернута правая база (на рис. 160 показана пунктиром), оба поста предупреждения сняты и вместо них был развернут один пост впереди центрального пункта примерно в 2 *км* от него.

§ 9. РАБОТА БАТАРЕИ ЗВУКОВОЙ РАЗВЕДКИ В ПЕРИОД АРТИЛЛЕРИЙСКОЙ ПОДГОТОВКИ И В ПЕРИОД БОЯ В ГЛУБИНЕ ОБОРОНЫ ПРОТИВНИКА

В период артиллерийской подготовки и артиллерийского обеспечения атаки батарея звуковой разведки, не прекращая наблюдения за ранее обнаруженными целями, ведет доразведку батарей противника. Нужно, однако, сказать, что вследствие очень большого количества звуков работа батареи в эти периоды боя становится чрезвычайно трудной.

Задачи в период боя в глубине обороны, полоса разведки, способ развертывания и способ топографической привязки звуковых постов те же, что и во время боя в полосе обеспечения. Смена рубежей развертывания батареи производится скачками, через 4—8 *км* в зависимости от условий слышимости и скорости продвижения наших частей. Время перехода на новый рубеж устанавливает штаб артиллерийской группы; переход производится по распоряжению штаба разведывательного дивизиона. Не исключена возможность, что при преследовании противника батарея звуковой разведки будет придана какому-либо артиллерийскому подразделению или даже одному из огневых дивизионов с целью обеспечения его боевой работы; в таких случаях батарея все указания получает от командира этого подразделения (огневого дивизиона).

Перед принятием решения на перемену боевых порядков батареи штаб артиллерийской группы (штаб РАД) должен хорошо изучить действия противника. В зависимости от наличия разведывательных данных, можно представить, как противник будет вести себя при отходе: будет ли он оказывать упорное сопротивление на каком-либо ближайшем рубеже или же будет совершать продолжительный отход. В первом случае намечают впереди предполагаемый рубеж развертывания батареи и в соответствующий момент отдают приказ о переходе на данный рубеж.

При преследовании противника производят развертывание так, как показано на схеме (рис. 160).

При наличии двух батарей в полосе разведки шириной до 6 *км* батареи развертываются последовательно, т. е. одна на одном рубеже, другая на другом и т. д.

Батарея, работающая на прежнем рубеже, остается на нем до предела дальности разведки или же пока обеспечиваемая ею артиллерия не перейдет на другой рубеж и пока на этом рубеже не развернется свернутая ранее батарея.

Пост предупреждения той батареи, которая остается работать на прежнем рубеже, перемещается вперед до 4—5 *км* от центрального пункта одновременно с перемеще-

нием наблюдательных пунктов артиллерийской группы. Приказание на перемещение получает от командира батареи звуковой разведки.

§ 10. РАЗВЕРТЫВАНИЕ БАТАРЕИ ЗВУКОВОЙ РАЗВЕДКИ ВО ВСТРЕЧНОМ БОЮ

На походе батарея звуковой разведки следует в составе разведывательного дивизиона. Место следования дивизиона — в составе главных сил. В предвидении встречного боя батарея выдвигается в хвост авангарда и придается одному из подразделений корпусной (армейской) артиллерии, выдвинутому в авангард. Приказание на развертывание командир батареи получает от командира этого подразделения. Время развертывания примерно должно совпадать с временем развертывания данного подразделения. Развертывание подразделения должно быть ускоренным, с топографической привязкой по карте, т. е. оно должно производиться так же, как и при бое авангарда в полосе обеспечения.

В дальнейшем, в зависимости от обстановки, или батарея приступает к нормальному развертыванию, или же переходит на новый рубеж.

§ 11. РАЗВЕРТЫВАНИЕ БАТАРЕИ ЗВУКОВОЙ РАЗВЕДКИ В ОБОРОНИТЕЛЬНОМ БОЮ

Звуковая разведка в оборонительном бою имеет те же задачи, что и в наступательном бою, но условия обороны вносят ряд существенных особенностей в боевое использование батареи звуковой разведки.

Особенности работы батареи звуковой разведки в обороне:

большая плотность огневых средств противника и значительная ширина полосы разведки.

При обороне батарея звуковой разведки применяет нормальное развертывание. Фронт развертывания — 7—8 *км*. Длина акустических баз — 1,5 *км*. Работа производится, как правило, с учетом систематической ошибки.

При наличии достаточного времени командир батареи может провести более тщательную разведку местности для выбора элементов боевого порядка в главной и во второй полосах обороны.

Пути отхода на вторую полосу обороны должны быть разведаны заблаговременно. Привязка звуковых постов в обеих полосах осуществляется средствами батареи топографической разведки. Каждый из постов должен быть хорошо оборудован в инженерном отношении и хорошо замаскирован. Линии связи должны быть также хорошо замаскированы.

В период боя за полосу обеспечения батарея ведет разведку с основного рубежа. При бое за сильно укрепленную полосу обороны противника батарея полностью оборудует основной рубеж, но на этом рубеже развертывается вначале лишь одна база. Две другие развертываются на временном передовом рубеже, с задачей разведки и обслуживания стрельбы с временных огневых позиций. Временный рубеж выбирается на линии боевого охранения и оборудуется заблаговременно. Развертывание на временном рубеже и переход на основной, а также на тыловой рубеж определяются штабом артиллерийской группы и производятся по указанию штаба разведывательного дивизиона.

Переход может совершаться или всей батареей, или по-базно. В последнем случае развертывание на новом рубеже производится по мере свертывания отдельных постов на старом рубеже. Если тыловой рубеж не был заранее разведан и не был указан в период боя, то на разведку тылового рубежа выезжает разъезд во главе с командиром батареи или командиром линейного взвода. В этот разъезд должно войти по одному лицу от каждого поста.

Особенности развертывания батареи звуковой разведки на широком фронте

При действии батареи звуковой разведки в обороне полоса разведки может быть до 8 *км*. Вследствие этого дальности до целей, лежащих близко к переднему краю обороны противника, но на противоположном фланге от звуковых постов, будут порядка 9 *км* и более.

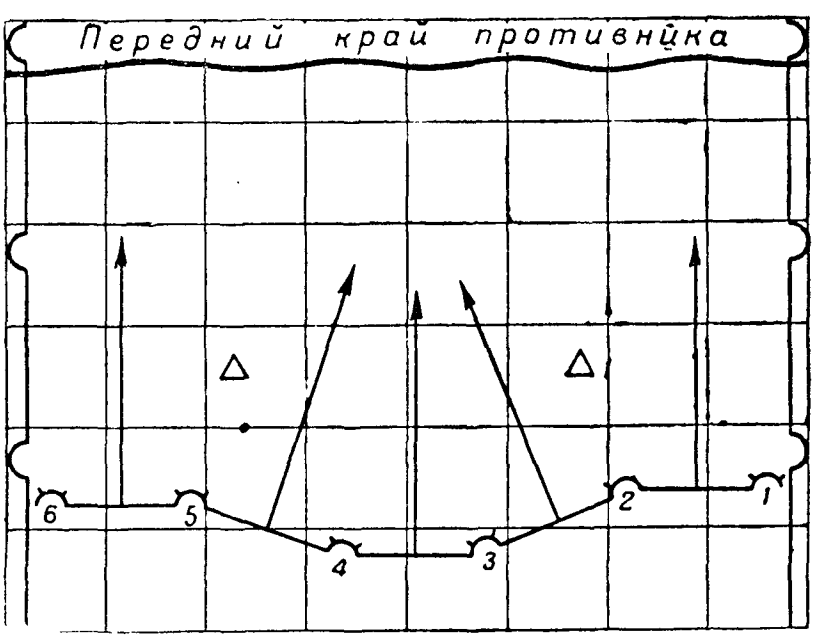


Рис. 161. Один из вариантов развертывания батареи звуковой разведки на широком фронте

При средних условиях слышимости такая дальность засечки для орудий средних калибров близка к предельной. В таких случаях лучше производить развертывание так, как показано на рис. 161.

При таком развертывании засечку правофланговых целей можно производить с баз, образованных постами *1—2*, *3—4* и *4—5*, а левофланговых — с баз, образованных постами, *2—3*, *3—4* и *5—6*.

Для засечки целей, расположенных на фронте более 10 *км*, оборудуют для батарей звуковой разведки две позиции: одну на правом и другую на левом фланге полосы разведки и, в зависимости от активности артиллерии противника, занимают ту или другую из них. Засечку целей противника на каждой позиции батарея производит в течение времени, указанного штабом артиллерийской группы, которое исчисляется несколькими сутками.

§ 12. ОСОБЕННОСТИ РАЗВЕРТЫВАНИЯ БАТАРЕИ ЗВУКОВОЙ РАЗВЕДКИ ЗИМОЙ

При наличии глубокого снежного покрова перевозка приборов и телефонного кабеля от центрального пункта на места боевых порядков может производиться на санках или волокушах. Санки можно изготовить из лыж или из подручного материала. Личный состав линейного взвода встает на лыжи.

Там, где телефонные линии нельзя подвесить, их закапывают неглубоко в снег. При глубоком закапывании трудно производить съемку линий, кроме того, при этом сильно портится кабель.

Центральный пункт располагается в теплом помещении (землянке). Во избежание замерзания чернил при перевозках следует иметь чернильный порошок и приготовлять чернила в землянке перед работой. Приготовленные из порошка чернила надо некоторое время держать в сосуде, чтобы нерастворившиеся частицы осели на дно.

Если работа ведется на воздухе при температуре ниже нуля, необходимо иметь незамерзающие чернила (с примесью 10% спирта или глицерина), изготовляемые в подразделениях. Для обеспечения нормальной работы аккумуляторных батарей при низких температурах воздуха необходимо повышать плотность электролита, руководствуясь при этом инструкцией по эксплоатации аккумуляторов.

Звукоприемники регулируются на открытом воздухе; вносить их для этой цели в отапливаемые помещения (землянки) не разрешается.

При развертывании зимой сначала отрывают снежные окопы, а затем при наличии времени делают окопы и блиндажи в земле.

Для предохранения от ветра звукоприемник ставят в окоп, вырытый в снегу.

§ 13. ОСОБЕННОСТИ РАЗВЕРТЫВАНИЯ БАТАРЕИ ЗВУКОВОЙ РАЗВЕДКИ В ГОРАХ И В КРУПНЫХ ГОРОДАХ

При развертывании в горах необходимо следить за тем, чтобы все звуковые посты были на одном уровне и чтобы впереди их не было больших возвышенностей, в особенности возвышенностей, покрытых лесом. Звуковые посты лучше устанавливать на скатах, обращенных к противнику.

При наличии возвышенностей впереди звуковых постов последние должны быть удалены от вершин этих возвышенностей (гребней высот) примерно на $8\Delta h$ (Δh — превышение впереди лежащей вершины (гребня) над точкой стояния звукоприемника).

Например, если высота гребня над уровнем моря 800 *м*, а высота точки стояния звукоприемника 610 *м*, то удаление по горизонту от этого гребня до звукового поста должно быть около 1,5 *км* ($\Delta h = 800 - 610 = 190$, $8\ \Delta h = 1\,520$ *м*).

Звукоприемники нельзя ставить на вершинах и гребнях высот, а также в узких лощинах, так как в этих местах метеорологические условия резко отличаются от метеорологических условий остальной местности. В широких лощинах, ширина которых не меньше ширины фронта батареи, можно устанавливать звуковые посты, но только при условии, чтобы все они находились в этой лощине.

При работе в горах при пользовании наземными данными лучше последние определять на каждой базе и брать среднее значение из них.

В горах слышимость хуже, чем в равнинной местности, в частности, на слышимость оказывают большое влияние низкие густые облака, спускающиеся ниже гребней гор. В этом случае засечка целей становится почти невозможной.

При работе батареи звуковой разведки в крупных городах места для звукоприемников выбираются на площадях, в парках или в подвалах. При этом надо следить, чтобы впереди звуковых постов не было высоких преград.

В крайнем случае звукоприемники можно устанавливать на широких улицах (шириною более 15 *м*), идущих примерно параллельно фронту, и на той стороне, которая наиболее удалена от противника. Число развертываемых постов может быть четыре.

Длины акустических баз могут быть от 800 *м* до 1—2 *км*.

§ 14. ОСОБЕННОСТИ РАЗВЕРТЫВАНИЯ БАТАРЕИ ЗВУКОВОЙ РАЗВЕДКИ С ЗАДАЧЕЙ ЗАСЕЧКИ МИНОМЕТОВ

Огневые позиции минометных батарей, как правило, находятся в оврагах, на обратных скатах высот, в воронках от авиационных бомб крупного калибра, на лесных полянах и в других, скрытых от наземного наблюдения местах.

Вследствие этого обнаружение минометов противника путем визуального наблюдения затрудняется, и перед звуковой разведкой ставится ответственная задача — производить разведку минометов и корректирование огня по ним. При этом может производиться корректирование огня артиллерии и минометов.

Огневые позиции располагаются: 81-*мм* минометов на расстоянии от нескольких сот метров до 1,5 *км* от переднего края; 105-*мм* и более — на расстоянии 1—3 *км*.

Минометный выстрел характеризуется следующими особенностями:

а) звук выстрела из миномета значительно слабее выстрела из орудия 76-*мм* калибра;

б) при выстреле из миномета всегда отсутствует баллистическая волна;

в) дальность приема звука минометного выстрела значительно меньше, чем орудийного;

г) дульная волна при выстреле из миномета всегда опережает звук разрыва.

Стрельба из минометов производится, как правило, залпами, поэтому огонь одиночных минометов, применяемый во время пристрелки, следует в полной мере использовать для их засечки. Признаки, демаскирующие стрельбу из минометов, следующие.

— *Для миномета калибра 81-мм.* При выстреле в безветренную погоду образуются кольца белого, иногда синеватого дыма, поднимающегося на высоту 2—3 *м*, а при благоприятных условиях — и выше, после чего в течение некоторого времени наблюдается струя дыма.

При ветре кольца не образуются, а дым в зависимости от направления ветра принимает форму вытянутого конуса или клубков. Дым нестойкий, быстро рассеивающийся.

Звук выстрела глухой, короткий, напоминающий выхлоп из трубы, не дающий раскатистого эха в лесу и в оврагах.

В туман и ночью видна короткая вспышка огня ярко-красного цвета в виде языка. Указанные признаки хорошо наблюдаются на расстоянии до 2,5 *км*.

— *Для минометов 105-мм и более.* При выстреле образуется вспышка пламени в виде овала красноватого цвета. Дальность приема звука на слух 4—5 *км*. Звук выстрела резкий и короткий по времени.

При стрельбе реактивных минометов в воздухе наблюдается горение реактивного состава, оставляющего за собой полосу красноватого цвета.

Дальность приема звуков выстрелов при средних условиях слышимости:

— 3—4 *км* для 81-*мм* минометов;

— 4—6 *км* для минометов калибра 105 *мм* и выше;

— 3—4 *км* для реактивных минометов.

Характерным в записи выстрела из ствольных минометов является то, что начало записи выражается не резко, отсутствуют так называемые „хвосты" и конец записи

Рис. 162. Записи волны одиночного выстрела реактивных немецких минометов:

1 — 210-*мм* миномета; *2* — 300-*мм* миномета; *а* — начальный импульс; *б* — конечный импульс

плавно переходит в прямую. Амплитуда записи колебания небольшая.

Запись выстрела реактивного миномета получается двойной и с длинными хвостами. Первая запись относится к моменту воспламенения реактивного состава, а вторая запись к моменту окончания горения (к выхлопу). Начало первой записи находится от начала второй записи на удалении от нескольких десятых долей секунды до одной секунды и более и зависит от системы мины и от начальной скорости ее. При стрельбе из 158-, 210-, 280- и 300-*мм* немецких реактивных минометов расстояние это было 0,6—0,8 секунды. Отсчеты снимаются по началам первых записей, т. е. по записям, относящимся к начальному импульсу (по записям, отмеченным буквой *а* на рис. 162).

Предупредитель должен хорошо знать все признаки, демаскирующие стрельбу минометов, в особенности реактивных минометов, и быстро реагировать на стрельбу их.

Ввиду того, что дальность засечки при средних условиях слышимости 105-*мм* миномета около 4—6 *км*, фронт развертывания батареи и полоса разведки не должны превышать 4—5 *км*, в противном случае звуки выстрелов от фланговых целей не будут приниматься звукоприемниками, расположенными на другом фланге. Вследствие этого при

развертывании шести звуковых постов для засечки минометов длины акустических баз должны быть около 800—1000 *м*.

При развертывании четырех звуковых постов длины акустических баз должны быть 1—1,5 *км*.

81-*мм* минометы располагаются в глубине за передним краем до 1,5 *км*, поэтому удаление рубежа развертывания батареи от передовых частей своей пехоты должно быть не более 2,5 *км*.

На рис. 163 показан район надежной работы батареи звуковой разведки, развернутой для засечки минометов, Район этот от ближней его границы до дальности засечки,

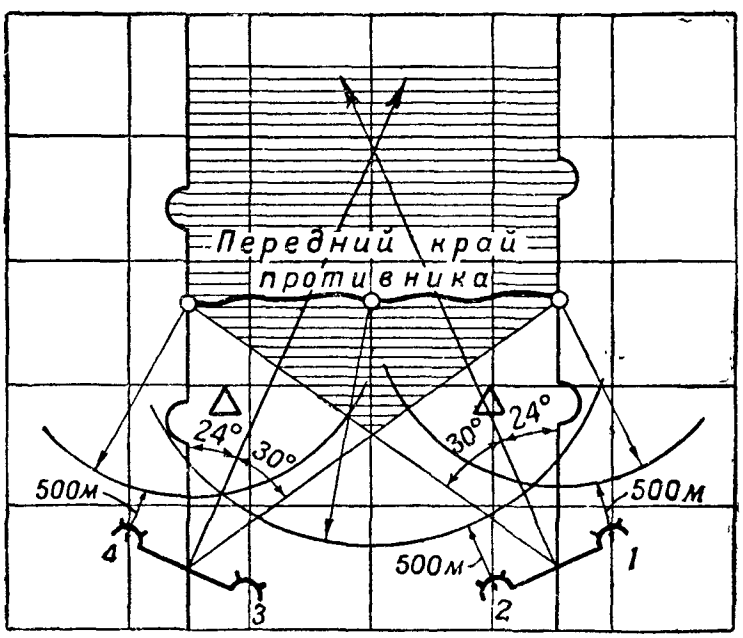


Рис. 163. Район надежной работы при засечке 81-*мм* минометов при средних условиях слышимости

равной 4 *км*, заштрихован. Директрисы идут под углом в 24° к границам полосы разведки.

Как правило, выставляется один пост предупреждения, но, ввиду небольшого удаления рубежа развертывания от переднего края противника, иногда приходится выставлять два поста предупреждения (см. рис. 163). Удаление постов предупреждения от передовых частей своей пехоты должно быть не менее 0,5 *км*.

В заключение посмотрим, как производится засечка минометов при нормальном развертывании батареи звуковой разведки. Для этого обратимся к рис. 164. Из этого рисунка видно, что расстояние от фланговых целей до противоположных звуковых постов намного превышает дальность засечки 81-*мм* минометов. При таком развертыв-

вании батареи засечка левофланговых целей калибра 81 *мм* возможна лишь при помощи постов *4*, *5* и *6*, средних целей — при помощи постов *2*, *3*, *4* и *5* и правофланговых — с помощью постов *1*, *2* и *3*.

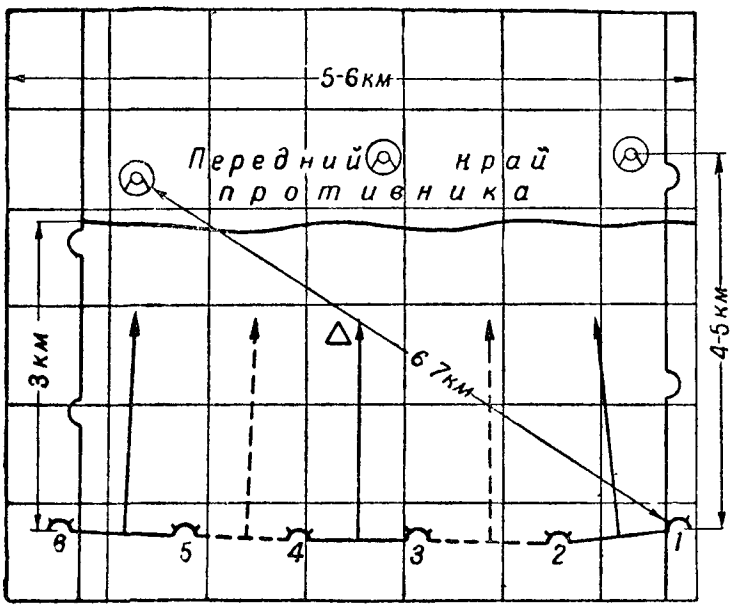


Рис. 164. При нормальном развертывании батареи засечка минометов производится с помощью трех-четырех постов, ближайших к данной цели

При удалении рубежа развертывания более **3** *км* от передовых частей своей пехоты засечка 81-*мм* минометов возможна только при благоприятных условиях слышимости.

Из сказанного следует, что для более надежной засечки минометов, а также и различного рода пехотных орудий, желательно развертывать батарею на удалении 2—2,5 *км* от передовых частей своей пехоты и на фронте до 4—5 *км*.

§ 15. СВЕРТЫВАНИЕ БОЕВОГО ПОРЯДКА

Свертывание боевого порядка батареи производится распоряжением штаба разведывательного дивизиона (штаба артиллерийской группы). Для свертывания командир батареи подает команду „Отбой" и указывает место сбора. Команду „Отбой" повторяют все командиры до начальника поста звуковой разведки и поста предупреждения включительно. По команде „Отбой" на всех постах и пунктах боевого порядка батареи приборы и имущество приводят в походное состояние. Командир вычислительного взвода вызывает машины на центральный пункт, командир линейного взвода отправляет машины, находящиеся в районе центрального пункта, на базы и пост предупреждения.

Свертывание звукопоста. Получив команду „Отбой", начальник поста повторяет эту команду, выстраивает личный состав поста и подает команду **„К свертыванию приступи".**

По этой команде первый и второй номера отсоединяют соединительные провода от всех приборов и укладывают их в ящик трансформатора. Провода от зажимов батареи отключают в первую очередь.

Очищают приборы от пыли и грязи и укладывают их в машины, которые к этому времени должны прибыть на пост или подойти к нему по возможности ближе, насколько позволяет маскировка.

Остальной состав поста приступает к снятию линий связи. Желательно снятие производить с обоих концов: со звукового поста и с центрального пункта.

Свертывание поста предупреждения производится так же, как и свертывание звуковых постов.

Свертывание регистрирующего прибора производится в следующем порядке.

Работающий на регистрирующем приборе:

— выключает все выключатели и ставит шунты на „1";

— выливает чернила из чернильниц, промывает чернильницы и ставит их на место; пипеткой наливает в чернильницы спирт и под перья подкладывает кусок пропускной бумаги, которая впитывает в себя остатки чернил, при этом спирт просачивается через перья и они промываются; после этого выливает из чернильниц остатки спирта и удаляет пропускную бумагу;

— снимает барабан с лентой, оставляя между валиками и под перьями отрезок ленты, к которой перья должны быть слегка прижаты; укладывает принадлежности в укладочный ящик;

— удаляет пыль с регистрирующего прибора и закрывает его футляром.

В это время старший звукометрист с телефонистами разъединяют аккумуляторы, отсоединяют соединительные провода от зажимов регистрирующего прибора и приводят в порядок телефонное и другое имущество станции.

После этого работающий на приборе вместе со старшим звукометристом, телефонистами и вычислителем из вычислительного взвода свертывают комбинированный (с регистрирующим прибором) ящик и ставят его на машину.

Свертывание пункта обработки. По команде командиров отделений „Отбой" личный состав пункта обработки свертывает приборы и принадлежности, стирает с них пыль и укладывает в машины.

По указанию командира вычислительного взвода командиры отделений отбирают документы, подлежащие уничтожению, и сжигают их.

Перед оставлением боевого порядка начальники постов и командиры отделений лично проверяют, все ли имущество и приборы собраны. На месте сбора командиры взводов проверяют личный состав, наличие приборов и имущества и правильность укладки их в машины и о результатах докладывают командиру батареи.

§ 16. РАЗВЕДЫВАТЕЛЬНЫЕ ДОКУМЕНТЫ БАТАРЕИ ЗВУКОВОЙ РАЗВЕДКИ

К разведывательным документам батареи относятся:

— ленты с записями звуков выстрелов (разрывов);

— бланки обработки отсчетов и метеорологические бюллетени;

— шаблоны лент по разведанным целям;

— разведывательная карта в масштабе 1:25 000 или 1:50 000;

— разведывательный планшет в масштабе 1:12 500 при засечке минометов и 1:25 000 при засечке артиллерийских целей;

— пристрелочный планшет в масштабе 1:12 500 или 1:25 000;

— схема боевого порядка батареи;

— журнал целей;

— журнал наблюдений;

— схема огня артиллерии и минометов противника;

— журнал учета огневой деятельности артиллерии и минометов противника;

— боевые донесения.

Кроме того, чтобы иметь более наглядное представление о засеченных целях и обеспечить лучшее наблюдения за наиболее вредящими из них, ведутся карточки целей.

Для учета стрельбы с батареей звуковой разведки ведется журнал стрельбы.

Правила ведения записей на лентах и обработки их, а также заполнения бланков обработки отсчетов и ведения разведывательного планшета нам известны из предыдущих глав. Здесь же укажем только, что обработанные ленты хранятся у снимающего отсчеты, бланки обработки отсчетов — у чертежника, метеорологические бюллетени — у вычислителя (копии — у начальника метеорологического поста).

Разведывательная карта является важнейшим разведывательным документом. Она используется для анализа разведывательных данных и при дешифрировании лент. Раз-

ведывательную карту ведет командир вычислительного взвода. На карту наносятся:

— расположение переднего края противника,

— полоса разведки батареи с районами особого внимания,

— боевой порядок батареи и

— все засекаемые цели.

Разведывательный планшет служит для определения координат засекаемых целей. О пристрелочном планшете подробнее изложено в главе X.

Координаты целей, а также другие сведения о них заносятся в журнал целей, форма которого дана ниже.

В журнале целей число отсчетов с каждой базы указывает на степень надежности засеченной цели. Словом „точно" отмечаются точные координаты (см. главу VIII) и указывается способ работы. Словом „приближенно" отмечаются приближенные координаты и также указывается способ работы.

Журнал целей ведет чертежник или его помощник. Дату, часы и минуты засечки, угол засечки, дальность, координаты и характеристику точности и надежности заносят в журнал на основании данных, указанных в бланке обработки и полученных на планшете. Остальные графы журнала заносятся на основании указаний командира вычислительного взвода. Указания эти даются на основании изучения записей на ленте (сведений от поста предупреждения) и личных наблюдений за деятельностью цели. Номер цели присваивает командир батареи или командир вычислительного взвода.

Сведения из журнала целей переносятся в журнал наблюдений, в котором отводится для каждой цели отдельная страница. В журнале наблюдений имеются те же графы, что и в журнале целей, и кроме того, дополнительные графы, с указанием:

— координат цели, полученных другими средствами разведки;

— ошибок при засечке цели ΔX и ΔY по сравнению с координатами, полученными другими средствами разведки (оптическими, фото) или топографической привязкой после занятия данного рубежа;

— координат звуковых постов;

— номера метеорологического бюллетеня или же метеорологических данных, при которых была засечена цель.

По журналу наблюдений производится осереднение координат, т. е. определяются средние значения координат данной цели.

ЖУРНАЛ ЦЕЛЕЙ

1-й БАТАРЕИ ЗВУКОВОЙ РАЗВЕДКИ 318 РАД. ИВАНКОВИЧИ, СЕНТЯБРЬ 1948 г.

Время обнаружения цели		Номер цели	Описание и характеристика цели			Откуда вела огонь	Куда вела огонь	Темп огня	Число выпущенных снарядов	Угол засечки	Дальность засечки, км	Координаты цели		Характеристика точности и надежности
месяц, число	часы и минуты		число орудий	калибр	система							X	Y	
10.9.48	12.00	101	3-орудийная батарея	152	Гаубица	Из-за рощи „Огурец"	По району 3-го звукового поста	Налет в 30 снарядов и затем методический огонь	60	5-20	8	10510	51800	Точно — с учетом систематической ошибки, число отсчетов 5 с каждой базы
10.9.48	13.10	102	Минометная батарея — три миномета	120	Миномет	Из оврага, что в 1 км северо-восточнее д. Ивановка	По району поста предупреждения	Огневой налет	20	7-00	4	10500	47300	Точно, с учетом наземных метеоданных; число отсчетов 6 с каждой базы
10.9.48	20.10	Репер		152	Гаубица-пушка	Засечка звукового репера, дано 6 выстрелов				5-00	9	10700	52400	Без учета метеорологических данных

Таким образом, журнал наблюдений является наиболее полным разведывательным документом, согласно которому ведется наблюдение и изучение действий целей за весь период стояния батареи звуковой разведки на данном рубеже.

Батареи крупного калибра с целью маскировки ведут огонь часто отдельными орудиями (рабочими), устанавливаемыми в стороне в 300—400 *м* от основной огневой позиции.

Наблюдение за такого рода орудиями и батареями осуществляется при помощи карточек целей (рис. 165). Карточки цели ведутся согласно журналу наблюдений в масштабе 1:10000. Для выявления действий отдельно стоящих орудий на данной огневой позиции группирующий отсчеты должен группировать их с разбросом до 20 тысячных секунды. Например, пусть по цели № 109 (рис. 165) в 8.00 13 сентября получили отсчеты, как это указано в бланке.

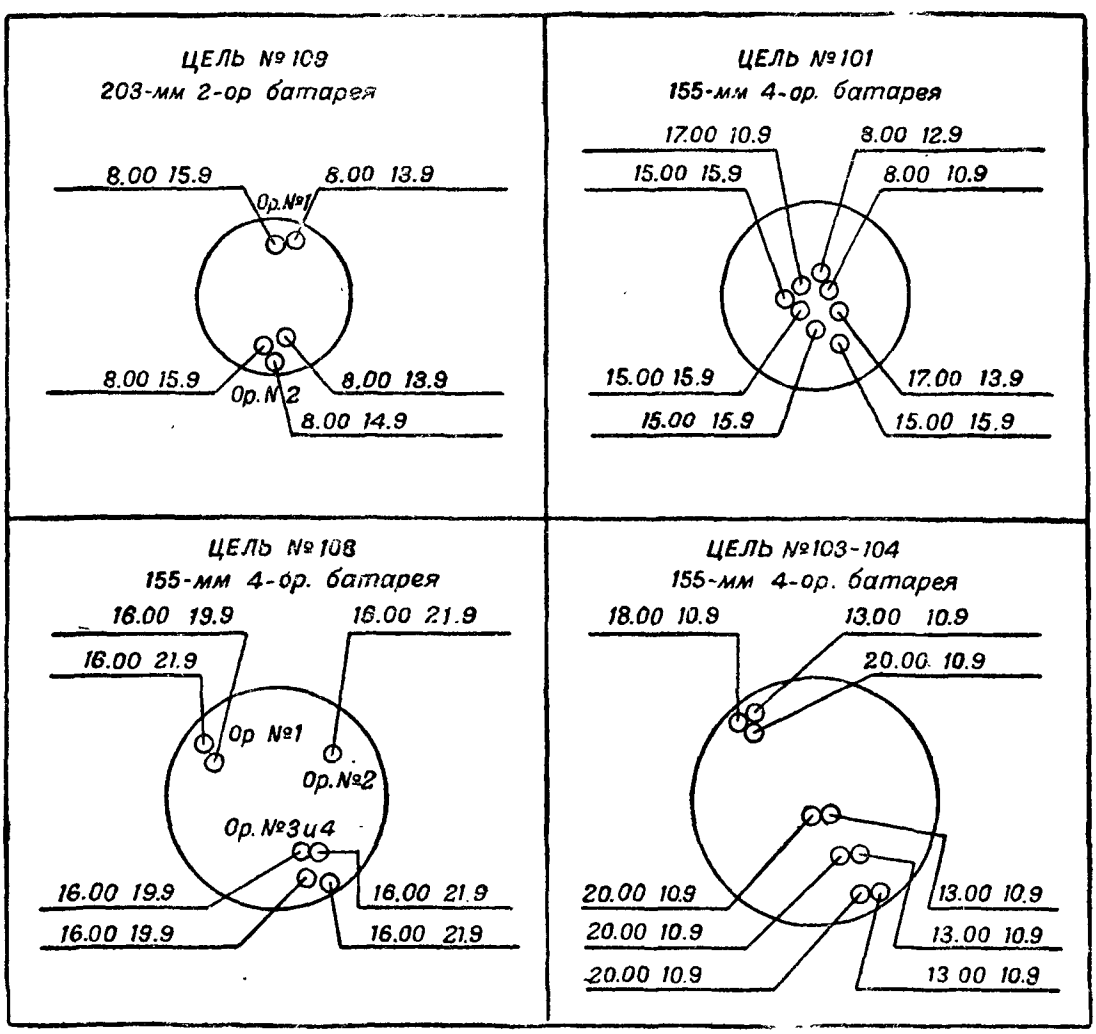


Рис. 165. Карточка целей

БЛАНК

СНИМАЮЩЕГО ОТСЧЕТЫ

Часы и минуты	Левая база ЗП 6 и 5	Средняя база ЗП 4 и 3	Правая база ЗП 2 и 1	№ цели
8.00	1. +330	1. +100	1. —218	109_1
	2. +341	2. + 85	2. —210	109_1
	3. +348	3. +105	3. —215	109_1
	4. +345	4. +103	4. —200	109_1
	5. +375	5. + 70	5. —250	109_2
	6. +378	6. + 63	6. —240	109_2
	7. +380	7. + 68	7. —250	109_2
	8. +385	8. + 65	8. —248	109_2

1.5.48. Снимал: *Иванов*

Из бланка видно, что отсчеты можно отнести к двум отдельно стреляющим орудиям, расположенным недалеко одно от другого. Надо полагать, что это орудия одной батареи. Такое предположение подтверждается при обработке отсчетов каждого орудия в отдельности и при нанесении точки стояния этих орудий на карточку целей.

На рис. 165 на карточку нанесено несколько целей, причем все они засекались каждый раз с учетом систематической ошибки. Рассматривая карточку цели, видим, что 13.9 и 15.9 вели огонь два орудия, следовательно, можно сделать заключение, что цель № 109 является двухорудийной батареей, цель № 108 — четырехорудийной батареей, цель № 103—104 — одной четырехорудийной батареей, цель № 101 является также четырехорудийной батареей.

Для учета работы батареи по обслуживанию огня своей артиллерии ведется журнал стрельбы.

В боевых донесениях должна быть отражена работа батареи за определенный период времени с указанием потерь и состояния батареи на данный момент. К боевому донесению прилагается выписка из журнала наблюдений (журнала целей). Боевые донесения представляются в сроки, установленные штабом разведывательного дивизиона.

О вновь выявленных целях командир батареи доносит в штаб разведывательного дивизиона по телефону немедленно, не ожидая установленного срока представления донесений.

В целях обеспечения непрерывности наблюдения за батареями противника штабом разведывательного дивизиона в боевом донесении командир батареи, кроме координат целей, указывает, сколько раз и когда была засечена цель.

Время		№ цели	Подразделение, которое ведет стрельбу	Вид пристрелки	Число пристрелочных групп	Число пристрелочных выстрелов в группе	Число снарядов в группе при создании звукового репера	Отклонение от цели каждой группы	Число снарядов, выпущенных при стрельбе на поражение цели	Результаты стрельбы	Как определен результат стрельбы
засечки цели	стрельбы										
10.00	10.30	103	1-й дивизион 115 ПАБр	Пристрелка по цели	2	2		+0-20, +200 *м*	30	Одно орудие разбито, все воронки в радиусе 70 *м*	Осмотром после занятия рубежа
5.7.45						6	—	+0-03, —50 *м*			
	5.7.45										

При получении точных координат дает средние значения их с указанием числа и способов засечки. Средние значения определяются по всем координатам, полученным за все время работы, как это указано в главе VIII.

О засеченных батареях, прекративших огневую деятельность, в боевом донесении указывается: „Цель №..... себя не проявляла", причем указывается, с какого времени цель прекратила огневую деятельность.

Часть указанных выше документов сохраняется только при работе на данном рубеже. При переходе на другой рубеж они уничтожаются. К таким документам относятся: ленты с записями, бланки обработки отсчетов, шаблоны и все графические документы, за исключением планшетов.

Другая часть документов пересылается в вышестоящие штабы для передачи их в архив с целью изучения работы подразделений звуковой разведки. К таким документам относятся:

— разведывательные карты;
— схемы боевых порядков с указанием координат звукопостов и полосы разведки;
— журнал наблюдений;
— журнал стрельбы;
— метеорологические бюллетени и
— копии боевых донесений.

§ 17. АНАЛИЗ РАЗВЕДЫВАТЕЛЬНЫХ ДАННЫХ

Командир батареи звуковой разведки (командир вычислительного взвода) должен не только фиксировать координаты обнаруженных целей и число целей, но выявлять

и учитывать все признаки и особенности, характеризующие каждую разведанную цель. В журнал целей и журнал наблюдений заносятся только хорошо проанализированные сведения о той или иной цели.

В результате анализа разведывательных данных командир батареи звуковой разведки должен получить следующие сведения о цели:

— характеристику точности полученных координат;

— достоверность и надежность засечки;

— действительная цель, ложная или кочующая;

— число орудий (минометов) на данной огневой позиции, система и калибр их;

— характеристику огневой деятельности цели (количество выстрелов, темп огня, сколько раз, когда и как себя проявляла данная цель);

— число засечек по данной цели.

Анализ разведывательных данных производится на основе изучения:

— сведений с поста предупреждения и постов звуковой разведки;

— записей на боевых лентах;

— сгруппированных отсчетов по каждой цели;

— местоположения засеченных и нанесениых на карту целей;

— данных, полученных другими средствами разведки;

— данных, выявленных в результате личного наблюдения за огневой деятельностью артиллерии и минометов противника.

При анализе необходимо учитывать число засечек по данной цели.

С поста предупреждения и со звуковых постов должны поступать следующие сведения:

— район (направление), откуда вела огонь стреляющая батарея (орудие, миномет);

— район обстрела;

— калибр и система стреляющей батареи (орудия или миномета);

— количество выстрелов и темп огня;

— наличие летящих снарядов и разрывов их.

Точность засечки целей зависит от способов работы и условий, в которых была засечена данная цель, о чем подробно было указано в главе VIII.

Достоверность цели определяется числом засечек, а также одновременной засечкой этой цели другими видами разведок. Сведения эти берутся из журнала наблюдений.

Если по данной цели получено несколько засечек, то это говорит о ее достоверности. О достоверности засечен-

ной цели говорит также то, что она засечена двумя или несколькими видами разведки.

Надежность засеченной цели определяется числом отсчетов с каждой базы, полученных по данной цели.

Если с каждой базы будет получено не менее трех-четырех отсчетов, то это будет говорить о том, что цель засечена надежно.

Заключение о том, что данная цель является действительной, ложной или кочующей, дается на основе сведений, получаемых с поста предупреждения и со звуковых постов, которые должны сообщать на центральный пункт о наличии или отсутствии летящих снарядов при действии данной цели, о разрывах этих снарядов (мин). О том, что цель действительная, можно судить также по наличию записей балистической волны.

Количество орудий, стрелявших с данной огневой позиции, определяется по записям на ленте, по величине разброса отсчетов и по карточке цели.

Неправильно, когда координаты ранее засеченных целей вновь не определяются, а на основании полученных записей на ленте доносят в вышестоящие штабы, что цель снова открыла огонь во столько-то часов и минут. Для лучшего изучения действия данной цели и для более точного определения координат ее надо производить обработку лент и определение координат цели каждый раз по ее обнаружении, т. е. по получении записей по ней, и за истинные координаты брать средние из них.

Все засеченные цели по их координатам наносятся на разведывательную карту, по которой еще раз проверяется достоверность этой цели.

При нанесении на карту может оказаться, что цель находится в болоте, на озере и т. п. В таких случаях необходимо получить дополнительные сведения с задачей уточнения имеющихся сведений об этой цели. При этом надо иметь в виду, что, например, во время второй мировой войны немцы с целью маскировки иногда располагали орудия (батареи) на озере, на болоте, устанавливая их на плоты.

Нанесение на карту целей помогает также установить кочующие орудия, которые, как это указывалось в главе VII, располагаются вблизи дорог и имеют несколько огневых позиций, отстоящих метров на 500—1000 одна от другой.

При анализе целей самым трудным является объединение получаемых координат. Дело в том, что при получении ряда координат, мало отличающихся друг от друга, трудно определить, к какой цели относятся те или другие из них.

Рассмотрим сначала этот вопрос при получении точных координат целей.

Из главы VIII нам известно, что определение координат целей характеризуется эллиптической ошибкой с полуосями $a = 1\%\ Д_з$ и $b = 4$ делениям угломера. Следовательно, получив координаты цели, мы можем сказать, что возможное положение цели будет в эллипсе с полуосями, равными $4a$ и $4b$, или с небольшой погрешностью можем считать, что возможное положение цели будет находиться в прямоугольнике со сторонами по дальности в $8\%\ Д_з$ и по направлению в 32 деления угломера.

Следовательно, с точки зрения закона ошибок, мы можем к разным целям относить только те координаты, расхождение в которых больше восьми срединных ошибок по дальности или по направлению.

При неоднократной засечке какой-либо цели за истинное значение координат принимается среднее значение их. Ошибки среднего результата будут в $\sqrt{s}$ раз меньше, чем отдельного результата. Вследствие этого при анализе целей следует обращать внимание на число засечек. Пусть, например, при наличии четырех засечек по одной цели при $Д_з = 12$ *км* получили $X_{ср} = 71630$ и по другой $X_{ср} = 71990$. Предположим, что направление ошибок по дальности совпадает с осью X-ов и что значения Y-ов по обеим целям одинаковые. Разница в координатах X или, что то же самое, разница в дальностях будет 360 *м*. При величине срединной ошибки, равной $0{,}5\%\ Д_з$, получаем разницу в координатах X, равную шести срединным ошибкам. С точки зрения закона ошибок мы должны эти координаты отнести к одной цели, так как расхождение в координатах меньше восьми срединных ошибок. Но вместе с этим расхождения в координатах велики, поэтому мы не можем эти координаты относить к одной цели. Следовательно, в этих случаях надо пользоваться какими-то другими признаками, чтобы отнести полученные координаты к той или иной цели.

Такими признаками могут быть:

— наименьшее возможное удаление по глубине огневой позиции одной батареи от другой;

— наибольшее удаление по фронту одного орудия данной батареи от других;

— качество и характер записей на ленте и

— сведения с поста предупреждения и звуковых постов.

Расстояние между огневыми позициями двух батарей по глубине обычно больше 200 *м*. Фронт батареи обычно не больше 150—200 *м*. Поэтому, если будут получены координаты, например, X_1, Y_1 и X_2, Y_2 и по этим координатам

нанесены точки на планшет, то при удалении одной точки от другой по глубине больше чем на 200 *м* или по фронту больше чем на 150—200 *м* полученные координаты надо относить к разным целям. Если же расхождение в положении точек будет по глубине меньше 200 *м* и по фронту меньше 80 *м*, полученные координаты надо относить к одной цели и за истинное значение координат надо брать среднее значение их.

При наличии приближенных координат объединение их производится с задачей выявления группировки артиллерии (минометов) противника. Но в этих случаях объединяются только те координаты, которые были получены при одинаковых метеорологических условиях и одной и той же батареей.

Объединять приближенные координаты для стрельбы по данным целям нецелесообразно, так как установки для стрельбы на поражение по этим целям определяются пристрелкой, которая производится согласно последним координатам, полученным по данной цели.

Наконец, необходимо помнить, что звуковая разведка ведет работу не одна. Одновременно с ней ведут работу и другие средства инструментальной разведки.

Сведения о засеченных целях всеми видами инструментальной разведки сосредоточиваются в штабе разведывательного дивизиона, где путем сопоставления их анализируются и уточняются.

В батарее звуковой разведки также желательно иметь данные о засеченных целях другими видами разведок. В случае примерного совпадения координат целей, засеченных батареею звуковой разведки, с координатами этих целей, засеченными другими видами разведки, создается уверенность в правильности работы и, наоборот, несовпадение этих координат заставит командира батареи звуковой разведки попытаться найти ошибку, допускаемую его батареей. Кроме того, достаточно проверенные координаты, например, координаты фото или оптической разведки, могут быть использованы для определения систематической ошибки.

§ 18. ПРОВЕРКА СОСТОЯНИЯ ПРИБОРОВ И КАБЕЛЯ ПЕРЕД РАЗВЕРТЫВАНИЕМ

Перед развертыванием все приборы и имущество должны быть проверены.

Проверка состояния кабеля

На кабеле не должно быть оголенных мест. Все сростки должны быть проверены и хорошо изолированы. Оплетка

должна быть хорошо пропитана озокеритом. Сопротивление кабеля на катушке не должно превышать нормальное (100 *ом* на 1 *км*). При испытании кабеля не должно происходить утечки тока в землю.

Для измерения сопротивления кабеля оба конца подключают к омметру и по показаниям последнего определяют сопротивление этого кабеля. Если кабель намотан на катушку, то полученный результат записывают на бирке, укрепленной на катушке. На бирке указывается также номер звукового поста. Концы кабеля должны быть хорошо зачищены.

Проверка состояния звукоприемников[1]

Состояние звукоприемников проверяют под током. Нормальная сила тока 100—175 *ма*. Наименьшая допустимая сила тока при работе 80 *ма* и наибольшая — 250 *ма*. Если нормальная сила тока не устанавливается, а начинает расти, то звукоприемник надо отрегулировать. Самым простым способом регулировки является встряхивание порошка, для чего достаточно поставить звукоприемник в такое положение, при котором ручка окажется не на верху, а сбоку, причем мембрана должна оставаться в вертикальном положении. При этом можно слегка постучать по диску тройника. Если требуемая сила тока не устанавливается, надо проверить и отрегулировать положение микрофона. Для этого отпускают стопорный винт штифта, ставят звукоприемник ручкой вверх и снова закрепляют стопорный винт штифта. После такой регулировки микрофон должен работать нормально, что проверяется в течение 2—3 минут. Если после этого сила тока будет расти, надо отключить от аккумуляторной батареи один или два элемента и работать при трех-четырех элементах. Для этого один конец соединительного провода подключают не под крайний зажим батареи, а под одну из гаек, прижимающих соединительные планки элементов батареи. Если и после этого требуемая сила тока не устанавливается, надо заменить микрофон.

Проверка состояния ящика трансформатора

Все зажимы должны быть очищены от масла, песка и т. п. Стрелки измерительных приборов при включении тока должны легко отклоняться. Сопротивление обмоток трансформатора должно быть нормальным.

---

[1] Схема проверок элементов станции дана в приложении 8.

Проверка состояния аккумуляторной батареи

Напряжение щелочной аккумуляторной батареи, измеряемое при нагрузке в 3—4 *а*, должно быть около 6 *в*. Разряжать батарею ниже 21 *в*, работающую на регистрирующем приборе, и ниже 5,5 *в*, работающую на звуковых постах, запрещается.

Проверка состояния соединительных проводников

Проводники проверяют посредством наружного осмотра и с помощью омметра. В проводниках не должно быть внутренних порывов. Особое внимание надо обращать на соединение наконечников с проводом.

Проверка состояния приборов звукового поста в собранном виде

При рабочем положении звукоприемника (крышка закрыта) стрелка миллиамперметра от хлопков в ладоши должна отклоняться на 50—100 *ма*.

Проверка состояния регистрирующего прибора

Должны быть проверены:

— напряжение аккумуляторных батарей; напряжение четырех последовательно соединенных аккумуляторов должно быть около 24 *в*;

— работа лентопротяжного механизма; лента должна итти со скоростью 100 *мм/сек*;

— сопротивление пишущих катушек с помощью омметра;

— исправность пишущих катушек.

Проверяют наличие и исправность запасных частей, инструмента, принадлежностей и телефонных аппаратов.

После этих проверок включают в переходной щиток предупредитель и все звукоприемники, проверяют работу регистрирующего прибора и предупредителя на запуск и на хлопки у звукоприемников. Амплитуда записей должна быть не менее 10 *мм*. В зимних условиях принимают меры против замерзания чернил, а также и электролита в аккумуляторах.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ГЛАВЕ IX

1. Что входит в задачу поста предупреждения?
2. Какие требования предъявляются к месту расположения поста предупреждения?
3. Как выбирается район расположения поста предупреждения относительно постов звуковой разведки?
4. Какие задачи поста звуковой разведки?
5. Какие требования предъявляются к месту расположения поста звуковой разведки?
6. Какие требования предъявляются к расположению звуковых постов одной акустической базы?
7. Что такое район надежной работы?
8. Какие задачи центральной станции и пункта обработки?
9. Какие требования предъявляются к месту расположения центрального пункта?
10. Какие задачи метеорологического поста и какие требования предъявляются к месту его расположения?
11. Какие требования предъявляются к месту расположения автотранспорта?
12. Какие применяются способы развертывания батареи звуковой разведки и какие нормативы развертывания при этих способах?
13. Кто ставит задачу командиру батареи на развертывание и что указывается в ней?
14. С кем должна иметь связь батарея звуковой разведки и кем организуется эта связь?
15. Какие разъезды создаются для разведки рубежа развертывания, состав и задачи их?
16. Как производится развертывание батареи?
17. Какие обязанности личного состава постов при прокладке линии связи?
18. Как производится развертывание поста звуковой разведки?
19. Какие обязанности дежурного на посту звуковой разведки?
20. Как ведется наблюдение за действиями цели на постах звуковой разведки?
21. Как производится защита звукоприемников от ветра?
22. Какие обязанности начальника поста предупреждения, дежурного разведчика и его помощника?
23. Каков порядок развертывания регистрирующего прибора?
24. Как производится подготовка регистрирующего прибора к работе?
25. Какие проверки производит работающий на регистрирующем приборе после его развертывания?
26. Какие обязанности работающего на регистрирующем приборе?
27. Как обнаруживаются повреждения на линии связи и какие принимаются меры для их устранения?
28. Как производится переход на работу на однопроводной линии?
29. В чем заключается подготовка пункта обработки к работе?
30. Какие инженерные и маскировочные работы ведутся на постах и на центральном пункте?
31. В чем заключается подготовка постов к самообороне?
32. Как производится развертывание батареи в период подготовки артиллерийского наступления?
33. Какие задачи батареи в период подготовки артиллерийского наступления?
34. Как производится развертывание батареи в период боя авангардов в полосе обеспечения и в период боя с боевым охранением?
35. Как производится развертывание батареи при бое в глубине?
36. Как производится развертывание батареи во встречном бою?
37. Какие особенности развертывания батареи при обороне?
38. Какие особенности развертывания батареи на широком фронте?

39. Какие особенности развертывания батареи зимой?

40. Какие особенности развертывания батареи в горах и в крупных городах?

41. Какие особенности развертывания батареи при засечке минометов?

42. Какие документы ведутся в батарее звуковой разведки?

43. Кто и с какой целью ведет разведывательную карту?

44. Для чего ведется журнал наблюдения, карточка цели и журнал стрельбы?

45. Кто ведет журнал целей и какие сведения заносятся в него?

46. Какие разведывательные документы подлежат уничтожению и какие должны сохраняться?

47. Какие сведения о цели должен получить командир батареи в результате анализа разведывательных данных?

48. На основе изучения каких сведений производится анализ разведывательных данных?

49. На основе каких данных делается заключение о точности, достоверности и надежности засечки данной цели, а также на основании каких данных делается заключение о том, что цель действительная или ложная?

50. По каким признакам следует относить полученные координаты к одной или к разным целям?

51. Почему важно определять координаты при каждом действии данной цели?

52. Для чего нужно изучать разведывательные данные других средств разведки?

53. Какие приборы и какое имущество проверяются перед выступлением на развертывание и как производится проверка этих приборов и этого имущества?

Глава X

СТРЕЛЬБА С ПОМОЩЬЮ БАТАРЕИ ЗВУКОВОЙ РАЗВЕДКИ

§ 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Стрельба с помощью батареи звуковой разведки основана на возможности звуковой разведки определять по звуку местоположение разрывов снарядов (мин) своей артиллерии.

Определение местоположения разрывов снарядов (мин) производится так же, как и звучащих целей (орудий и минометов противника).

С помощью батареи звуковой разведки стрельбу ведут по целям, засеченным по звуку.

Установки для стрельбы на поражение определяют:

— обычными способами — по целям, для которых получены точные координаты;

— пристрелкой непосредственно по целям, если для нее получены приближенные координаты;

— переносом огня от звукового репера при любых условиях получения координат целей.

Под обычными способами определения установок для стрельбы на поражение подразумеваются:

— перенос огня от наземного или воздушного репера и

— расчет на основе данных пристрелочного орудия, а также другие способы, указанные в главе XVI Правил стрельбы наземной артиллерии 1945 г.[1].

При получении точных координат целей установки для стрельбы на поражение также можно определять пристрелкой непосредственно по цели. В этом случае разрывы пристрелочных снарядов должны засекаться теми же способами, что и пристреливаемая цель, т. е. с учетом систематической ошибки или с учетом распределения метеороло-

[1] Для обеспечения надежного поражения целей, по которым получены точные координаты и по которым установки для стрельбы на поражение определяются обычными способами (например, методом ПОР), желательно по каждой из них иметь по нескольку засечек и за истинные координаты принимать средние из них.

гических элементов по высоте. Но при получении точных координат пристрелку по цели делать не рекомендуется, так как для пристрелки с помощью батареи звуковой разведки требуется много времени; кроме того, при производстве пристрелки непосредственно по цели нарушается внезапность поражения.

При переносе огня от звукового репера внезапность поражения цели не нарушается.

Чтобы обеспечить действительное поражение звучащей цели при переносе огня от звукового репера, батарею звуковой разведки привлекают для контрольной засечки первых групп разрывов по цели.

С этой же целью батарею звуковой разведки привлекают по возможности для контрольной засечки первых групп разрывов и во всех остальных случаях перехода на поражение.

Контрольная засечка первых групп разрывов по цели, а также и последующих, если в этом будет необходимость, производится такими же способами, какими производилась и засечка поражаемой цели.

При средних условиях слышимости дальность засечки разрывов снарядов 152-*мм* орудий — порядка 12 *км*, 122—100-*мм* орудий — 8 *км* и 76-*мм* — 5 *км*.

Линия расположения звуковых постов батареи звуковой разведки удалена от переднего края противника в среднем на 4 *км*. Следовательно, дальность засечки разрывов 152-, 122—100- и 76-*мм* орудий за передним краем противника будет доходить соответственно до 8, 4 и 1 *км*.

Вследствие этого стрельбу с батареей звуковой разведки ведут в основном орудиями 152-*мм* калибра и выше и лишь при благоприятных условиях слышимости — орудиями калибра 100—122 *мм*.

Условия слышимости каждый раз определяются батареей звуковой разведки согласно графику скорости звука (см. рис. 33 и 55). Пристрелку ведут гранатой. Взрыватель осколочный. Желательно, чтобы грунт в районе падения снарядов был твердый, так как чем глубже войдет снаряд в землю, тем слабее будет волна разрыва. Ввиду этого на болотистой местности и при большом снежном покрове для стрельбы с батареей звуковой разведки следует применять бризантную гранату. Вообще воздушные разрывы засекаются лучше, чем наземные, поэтому стрельбу с батареей звуковой разведки из 100—122-*мм* орудий следует вести, как правило, бризантной гранатой, а в горных условиях вообще стрельбу с батареей звуковой разведки рекомендуется вести бризантной гранатой.

Пристрелку с батареей звуковой разведки следует вести в определенном темпе, в противном случае звуки последующих выстрелов могут притти к звукоприемникам одновременно со звуками разрывов снарядов и „сбить" начала записей разрывов.

Во избежание этого каждый последующий пристрелочный выстрел следует давать после того, как звук разрыва предыдущего снаряда пройдет через все звукоприемники.

Темп огня рассчитывается по формуле

$$t = t_c + t_{зв}, \qquad (1)$$

где t_c — табличное время полета снаряда;

$t_{зв}$ — время прохождения звуком расстояния от места разрыва снаряда до наиболее удаленного от этого места звукоприемника.

Пример. Пусть время полета снаряда $t_c = 25$ секунд, а время прохождения звуком расстояния от места разрыва до дальнего звукоприемника $t_{зв} = 21$ секунде, значит следующий выстрел нужно давать через $t = 25 + 21 = 46$ секунд или с округлением в большую сторону через 50 секунд.

В тех случаях, когда темп огня необходимо усилить, можно применить другой вариант расчета, согласно которому темп огня будет:

$$t = t_c + t_{зв} - t_0, \qquad (2)$$

где $t_{зв}$ — время прохождения звуком расстояния от места разрыва до ближайшего к этому месту звукоприемника (рис. 166);

t_0 — время прохождения звуком расстояния от орудия до наиболее далеко расположенного от него звукоприемника.

Пример. Пусть $t_c = 25$ секунд, $t_{зв} = 20$ секунд и $t_0 = 14$ секунд, тогда $t = 25 + 20 - 14 = 31$ секунде.

Таким образом, при темпе огня через 10 секунд выстрел можно за 30 секунд дать три выстрела.

Измерения отклонений, производимые звуковой разведкой, менее точны, чем измерения отклонений, производимые оптической разведкой, поэтому для определения отклонения и ввода первой корректуры требуется не один снаряд, как при стрельбе по измеренным отклонениям со средствами оптической разведки, а два-три снаряда, и для определения последней корректуры перед переходом на

поражение требуется не четыре снаряда, а шесть-девять снарядов.

Пристрелка, как правило, ведется с помощью двух крайних акустических баз. При этом необходимо иметь в виду, что разрывы следует засекать с помощью тех двух баз, которыми пользовались для определения координат пристреливаемой цели.

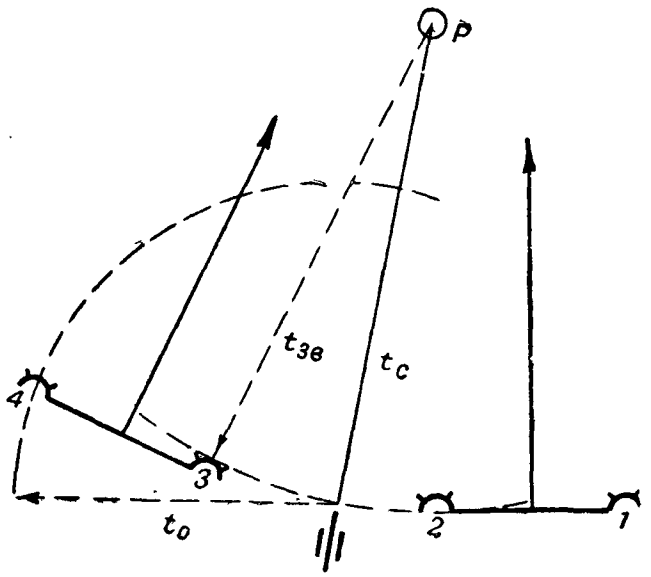


Рис. 166. Схема расчета темпа огня

При переносе огня от звукового репера координаты репера и цели также должны определяться по данным одних и тех же акустических баз.

Времени на пристрелку с помощью батареи звуковой разведки требуется раза в два больше, чем при пристрелке с помощью оптических средств.

Одним из условий, обеспечивающих надежность пристрелки с помощью батареи звуковой разведки, является установление прямой связи между огневым подразделением и центральным пунктом батареи.

Желательно также, чтобы командир огневого дивизиона (батареи) и командир батареи звуковой разведки перед стрельбой имели личное общение, личную договоренность о способах пристрелки. Практика показывает, что наиболее правильно организованным взаимодействие получается в том случае, когда кто-либо из офицеров огневого дивизиона (батареи) в период пристрелки находится на центральном пункте батареи звуковой разведки.

§ 2. ПРИСТРЕЛКА НЕПОСРЕДСТВЕННО ПО ЦЕЛИ

Пристрелка непосредственно по цели позволяет определить установки для стрельбы на поражение более точно, но при этом нарушается внезапность поражения, кроме того, для пристрелки по цели требуется много времени. Это является основным недостатком такого вида стрельбы с помощью батареи звуковой разведки.

Пристрелка по цели производится при привязке звуковых постов и огневых позиций на полной топографической основе и при привязке их по карте.

При пристрелке по цели (при переносе огня от звукового репера) **ошибки при засечке самой цели, а также ошибки при засечке разрывов должны быть одинаковы.** Это одно из основных условий надежного поражения целей.

Поэтому пристрелка по цели должна производиться с помощью той же батареи звуковой разведки, которой была засечена пристреливаемая цель, при этом при тех же положениях звуковых постов и при одних и тех же метеорологических условиях. Поэтому пристрелку по цели следует производить по возможности немедленно после ее засечки и во всяком случае в пределах допустимых изменений метеорологических элементов, как это указано на стр. 228.

При пристрелке по цели засечка самой цели и пристрелочных групп разрывов должна производиться с учетом соответствующих поправок или же без таковых, т. е. непосредственно по $\sin\alpha$. При большой разности в дальностях до целей и до разрывов вводится поправка на удаление.

При соблюдении всех указанных условий ошибки засечки цели и ошибки засечки разрывов в процессе пристрелки взаимно исключатся и равенство отчетов по цели или равенство синусов углов α будет свидетельствовать о том, что снаряды ложатся по цели.

Поясним сказанное с помощью рис. 167. Пусть на пристрелочном планшете цель $Ц_{зв}$ нанесена на планшет по данным звуковой разведки, а $Ц_{ист}$ — истинное положение цели, которое нам неизвестно. В этом случае ошибка засечки по направлению будет равна $\Delta\beta_{ц}$, а по дальности $\Delta d_{ц}$.

Пусть теперь при пристрелке по цели $Ц_{зв}$ снаряды легли в точку $P_{ист}$. По данным звуковой разведки место падения снарядов будет определено с той же ошибкой, что и цель, т. е. по направлению с угловой ошибкой $\Delta\beta_{р} = \Delta\beta_{ц}$ и по дальности с ошибкой $\Delta d_{р} = \Delta d_{ц}$. На планшете место падения снарядов получим в точке $P_{зв}$.

Отклонения разрывов $P_{зв}$ от $Ц_{зв}$ по направлению равно $\beta_{зз} = \beta + \Delta\beta_p$ и по дальности $\Delta d_{зв} = d + \Delta d_p$. Отклонения эти соответственно равны отклонениям разрывов $P_{ист}$ от цели $Ц_{ист}$, т. е.

$$\beta_{зв} = \beta + \Delta\beta_p = \beta_{ист} = \beta + \Delta\beta_ц \text{ и } \Delta d_{зв} = d + \Delta d_p = \Delta d_{ист} = d + \Delta d_ц.$$

Следовательно, если ввести корректуру на величину отклонений $\beta_{зв}$ и $\Delta d_{зв}$ и произвести выстрелы, то разрывы будут ложиться по цели и отсчеты по цели будут равны

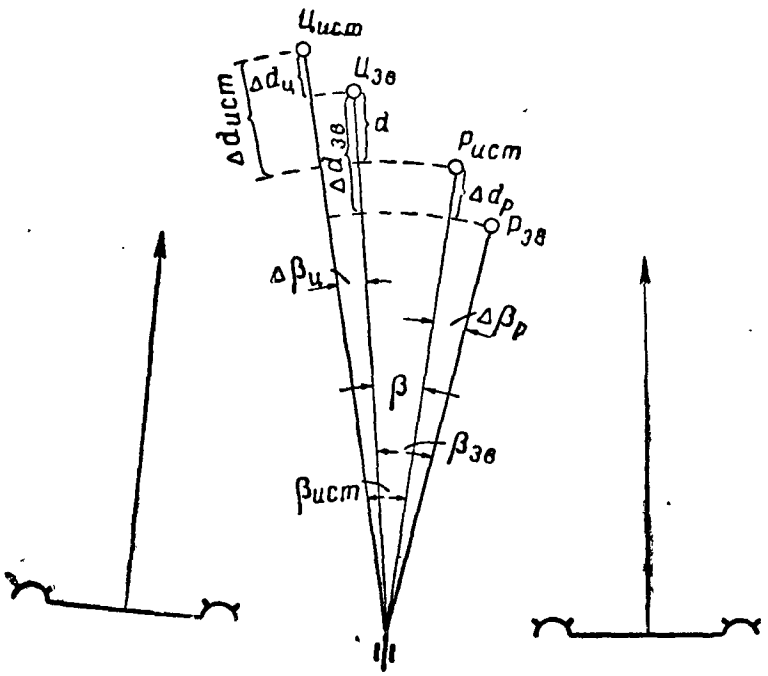


Рис. 167. Относительное расположение цели и разрыва при засечке их с одинаковой ошибкой

отсчетам по разрывам. Последнее обстоятельство служит доказательством того, что снаряды ложатся по цели.

При разных значениях ошибок, получаемых при засечке цели и при засечке разрывов, ошибки эти в процессе пристрелки не исключаются, и, если отсчеты по разрывам будут равны отсчетам по цели, это еще не значит, что снаряды ложатся по цели.

Поэтому при различных ошибках при засечке цели и разрывов равенство отсчетов не служит доказательством того, что снаряды ложатся по цели.

Пристрелку непосредственно по цели производят по пристрелочному планшету батареи звуковой разведки, при помощи счислителя или расчетным способом.

Пристрелка по планшету

Обслуживание стрельбы батареей звуковой разведки не освобождает последнюю от разведывательной работы. Поэтому при обслуживании стрельбы параллельно с разведывательным планшетом ведется пристрелочный планшет.

Подготовка пристрелочного планшета производится так же, как и разведывательного (рис. 168).

При получении задачи на пристрелку наносят на пристрелочный планшет цель, огневую позицию батареи, стрельбу которой обслуживают, прочерчивают линию ОП — цель и строят дугу с центром в точке стояния огневой батареи для измерения боковых отклонений по хордоугломеру. Координаты огневой позиции получают от командира этой батареи. Для уменьшения числа пристрелочных групп и для сокращения времени, расходуемого на пристрелку, все координаты указанных выше точек и исходные установки для стрельбы должны определяться с наибольшей точностью, допустимой в данных условиях. Командир огневой батареи одновременно с передачей координат огневой позиции передает командиру батареи звуковой разведки полетное время для определения темпа огня. Темп огня рассчитывается командиром батареи звуковой разведки по формуле (1) или по формуле (2), о чем должна быть договоренность с командиром огневой батареи.

По получении координат цели командир огневой батареи рассчитывает установки для открытия огня и по готовности батареи звуковой разведки дает одним орудием два-три выстрела с темпом, указанным командиром батареи звуковой разведки.

Батарея звуковой разведки засекает разрывы снарядов и по среднему отсчету наносит центр группирования на планшет; измеряет отклонение от цели по направлению в делениях угломера и по дальности в метрах и передает их на огневую батарею. Командир огневой батареи, получив отклонения, вводит корректуру в угломер и прицел и дает группу в шесть выстрелов с тем же темпом огня. Батарея звуковой разведки засекает разрывы и определяет отклонение центра группы разрывов по цели. Если при этом не все разрывы были засечены, то по требованию командира батареи звуковой разведки командир огневой батареи продолжает огонь до получения шести отсчетов с каждой базы. При больших разбросах в отсчетах (более 40 тысячных секунды) дают группу в девять выстрелов для того, чтобы получить с каждой базы не менее девяти отсчетов.

Если отклонение центра группирования первой группы разрывов превышает 30 делений угломера по направлению или 250 *м* по дальности, то дают вторую группу в два-три выстрела при установках, исправленных по отклонениям первой группы. Если отклонение центра группирования второй группы из двух-трех разрывов снова получится больше 30 делений угломера по направлению и 250 *м* по дальности, дают третью группу из двух-трех выстрелов и т. д. Введя корректуры по результатам второй (третьей) группы, переходят на группу в шесть-девять выстрелов. Получив от батареи звуковой разведки отклонения от цели центра группы разрывов в шесть-девять разрывов, командир огневой батареи вводит корректуру и переходит на поражение.

Пример на пристрелку по планшету

По получении огневой задачи командир стреляющей батареи передает командиру батареи звуковой разведки на центральный пункт: „Пристреляйте цель № 102. Координаты огневой позиции: $X = 12155$, $Y = 38150$. Стрелять буду из 152-*мм* пушки-гаубицы гранатой с осколочным взрывателем. Полетное время 21 секунда".

Согласно полученным координатам точка стояния огневой позиции наносится на пристрелочный планшет батареи звуковой разведки (рис. 168), и командир батареи звуковой разведки дает указание на пост предупреждения: „Стрельба по цели № 102, буссоль цели 59-00, дальность 6 *км*. Наблюдать два разрыва — 40 секунд выстрел". Дешифровщику приказывает подготовить ленту-шаблон по цели № 102. Затем по мере готовности батареи звуковой разведки командир ее передает командиру стреляющей батареи: „Два снаряда — 40 секунд выстрел. Огонь". Командир стреляющей батареи на установках, рассчитанных по цели, дает одним орудием два выстрела, сообщая о каждом из них на центральный пункт батареи звуковой разведки: „Выстрел".

Разрывы засекаются батареей звуковой разведки, и центр группирования наносится (по среднему отсчету) на пристрелочный планшет (P_1). Затем измеряют отклонения и передают на огневую батарею: „Вправо 0-25, дальше 200 *м*. Шесть снарядов — 40 секунд выстрел. Огонь". Посту предупреждения передают: „Наблюдать шесть разрывов". Эти шесть разрывов засекаются, и по средним отсчетам получают центр группирования P_2: влево 0-02, ближе 25 *м*. На этом пристрелка заканчивается и по введении корректуры переходят на поражение. Стрельба на поражение ведется по площади, размеры которой берутся согласно Правилам стрельбы.

При переходе на поражение веер батареи должен быть сострелян.

Заметим, что измерение отклонений можно производить и по огневому планшету стреляющей батареи (дивизиона), на который наносятся цель и огневая позиция. При пристрелке батарея звуковой разведки передает на огневую батарею координаты центра группирования разрывов. По этим координатам центр группирования наносится на огневой планшет, по которому измеряют отклонения центра группирования от цели.

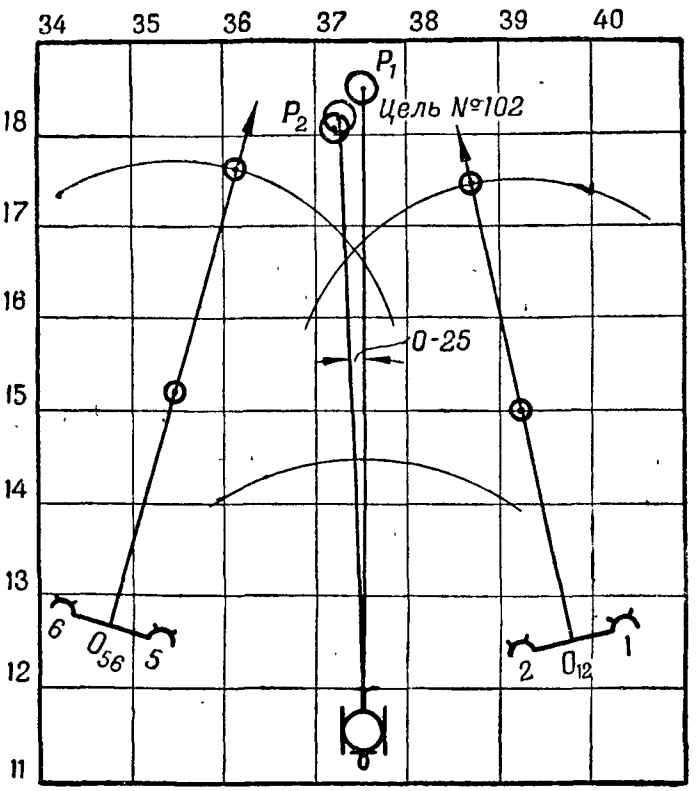


Рис. 168. Измерение отклонений по планшету батареи звуковой разведки

Для пристрелки в этом случае требуется значительно больше времени, чем для пристрелки по планшету звуковой батареи. Поэтому в Правилах стрельбы дается способ пристрелки по планшету батареи звуковой разведки.

Пристрелка при помощи счислителя

Пристрелка при помощи счислителя батареей звуковой разведки ничем по существу не отличается от пристрелки с помощью пунктов сопряженного наблюдения. Разница только в том, что при подготовке счислителя вместо точек стояния пунктов сопряженного наблюдения используют центры акустических баз. Подготовка счисли-

теля и работа на нем производятся командиром стреляющей батареи. По получении огневой задачи и координат пристреливаемой цели командир стреляющей батареи передает командиру батареи звуковой разведки: „Обслужите пристрелку по счислителю по цели № 000. Стрельбу буду вести из 152-*мм* пушки-гаубицы гранатой с осколочным взрывателем, полетное время 27 секунд". Командир батареи звуковой разведки, получив эти данные, передает на огневую батарею координаты центров крайних акустических баз и темп огня и дает соответствующие указания посту предупреждения и вычислительному взводу относительно засечки разрывов по указанной цели. Командир огневой батареи подготовляет счислитель и приступает к пристрелке, предупреждая батарею звуковой разведки о каждом выстреле. Батарея звуковой разведки при обслуживании стрельбы с счислителем передает на огневую батарею отклонения центра группы разрывов от цели с каждой крайней базы.

Отклонения в данном случае должны были бы определяться и передаваться на огневую позицию в делениях угломера. Но для простоты расчета отклонения определяются в единицах синуса как разность между синусом α по центру группы разрывов и синусом угла α по цели, т. е. определяют

$$\Delta\tau = \sin\alpha_p - \sin\alpha_ц. \qquad (3)$$

Вычитание производится алгебраически, и знак разности будет показывать направление отклонения, т. е. если $\Delta\tau$ будет с плюсом, то центр группы отклонился вправо, а если с минусом, то влево. Так как величины отклонений не велики, то замена угловых величин величинами синусов не вызывает больших ошибок в определении отклонений. Действительно, отклонения центра группирования последней пристрелочной группы от цели не должны превышать 10 делений угломера. При таких отклонениях ошибка, получающаяся вследствие замены угловых величин величинами синусов, будет не более одного деления угломера.

Возьмем для примера синус угла α по цели $\sin\alpha_ц = 0{,}455$ и синус угла по разрывам $\sin\alpha_p = 0{,}465$. Величина отклонения в единицах синуса угла α получается $\Delta\tau = 0{,}010$. Величине $\sin\alpha = 0{,}455$ соответствует угол $\alpha = 4\text{-}51$ и величине $\sin\alpha = 0{,}465$ соответствует угол $\alpha = 4\text{-}62$. Величина отклонения в угловых величинах получается $\Delta\alpha = 0\text{-}11$. Следовательно, при работе по синусам будет передано на огневую батарею „Вправо 10", в то время как в действительности надо передать: „Вправо 11", т. е. получается ошибка, равная одному делению угломера.

Таким образом, получив значение Δt с каждой базы, передают на огневую батарею: „Правый вправо (влево) 00, левый вправо (влево) 00“ и т. д.

Пристрелка расчетным способом

При отсутствии счислителя корректуры могут быть получены расчетным способом, как это указано в приложении 5 Правил стрельбы 1945 г. При пристрелке этим способом центры крайних акустических баз также принимаются за пункты сопряженного наблюдения.

В дальнейшем пристрелка проводится так же, как и с пунктами сопряженного наблюдения.

Особенности пристрелки при топографической привязке звуковых постов по карте

При топографической привязке звуковых постов по карте ошибки в определении координат целей и разрывов будут велики. Но при пристрелке отклонения центра последней группы разрывов от цели вообще малы, они не превышают 30 делений угломера по направлению и 250 *м* по дальности. Вследствие этого ошибки при засечке цели и при засечке последней группы разрывов будут примерно одинаковые. Из этого следует, что пристрелка при топографической привязке звуковых постов по карте возможна и что результаты ее могут быть вполне удовлетворительными. Правда, первая группа разрывов в этом случае может лечь далеко от цели, но это не должно отражаться на дальнейшем ходе пристрелки, так как последующая группа разрывов после корректировки должна лечь вблизи от нее.

Если будет известно, что ошибки засечек батареи звуковой разведки вообще велики, и если известен район цели, то во избежание большого отклонения разрывов первой пристрелочной группы расчет исходных установок при пристрелке можно производить по какой-либо точке предполагаемого района цели. Отклонения разрывов в этом случае могут быть меньше, чем в том случае, когда первая пристрелочная группа выстрелов будет произведена по установкам, рассчитанным согласно координатам, данным батареей звуковой разведки.

§ 3. ПЕРЕНОС ОГНЯ ОТ ЗВУКОВОГО РЕПЕРА

Звуковым репером служит центр группы разрывов, нанесенный по засечкам батареи звуковой разведки на пристрелочный планшет этой батареи или на планшет огневой

батареи. Звуковые реперы могут быть наземные и воздушные. Наземный репер может быть наблюдаемым и ненаблюдаемым. Воздушный репер должен быть обязательно наблюдаемым, чтобы было возможно определить его высоту.

Перенос огня от звукового репера обеспечивает внезапность и быстроту поражения цели.

При переносе огня от звукового репера, так же как и при пристрелке по цели, **ошибки засечки репера и цели должны быть одинаковы.** Поэтому засечка репера и цели, на которую переносится огонь, должна производиться одной и той же батареей звуковой разведки и при одних и тех же примерно метеорологических условиях и во всяком случае изменение метеорологических элементов между засечкой цели и репера не должно превышать пределов, указанных на стр. 228[1].

Перенос огня от звукового репера должен производиться не позднее, чем это указано в ст. 146 Правил стрельбы 1945 г.

При создании звукового репера засечка его производится с учетом тех же поправок в синусы углов α, которые принимались во внимание при засечке цели. Если цель засекалась с учетом систематической ошибки, то и репер необходимо засекать с учетом этой же ошибки. Одним словом, репер и цель во всех случаях должны быть засечены и нанесены на планшет одними и теми же способами и с одними и теми же поправками в синусы углов α.

При создании наземного звукового репера командир огневой батареи выбирает площадку в районе целей. Площадку нужно выбирать с твердым грунтом, чтобы обеспечить хорошее действие взрывателя. Координаты центра площадки снимаются с карты и передаются батарее звуковой разведки. Командир огневой батареи, подготовив данные для стрельбы по выбранной площадке и предупредив батарею звуковой разведки, дает одним орудием два-три выстрела. Если разрывы этих выстрелов батареей звуковой разведки будут засечены, дает группу

---

[1] Это положение остается справедливым в тех случаях, когда цель и звуковой репер (пристрелочная группа разрывов при пристрелке по цели) засечены без учета метеорологических элементов. Если цель и репер (при пристрелке пристрелочная группа разрывов) засечены с учетом наземных метеорологических элементов при дальности засечки до 5 *км* или с учетом распределения метеорологических элементов по высоте при дальности засечки более 5 *км*, то засечку репера (пристрелку) можно производить через какой угодно промежуток времени после засечки цели, если она засечена раньше создания звукового репера, или через какой угодно промежуток времени после засечки звукового репера, если таковой создан раньше засечки цели.

в четыре-семь выстрелов с таким расчетом, чтобы на каждой базе было получено не менее шести-девяти отсчетов. Если первые разрывы не будут засечены, выбирает другую площадку и по ней снова дает два выстрела и т. д.

Темп огня, как и при пристрелке по цели, определяется командиром батареи звуковой разведки. По засечке шести-девяти разрывов определяются по пристрелочному планшету координаты центра группы разрывов (звукового репера) и передаются командиру огневой батареи.

При создании воздушного звукового репера намечают точку, над которой должны произойти разрывы, и сообщают координаты этой точки батарее звуковой разведки. Готовят по этой точке исходные данные и, предупредив командира батареи звуковой разведки, как и при создании наземного репера, дают сначала два выстрела. Установку дистанционного взрывателя назначают табличную, а установку уровня — с расчетом получить все разрывы на высоте, не превышающей 100 *м* над уровнем звуковых постов. После того как батарея звуковой разведки засечет первые два разрыва, дают еще семь выстрелов с задачей получить с каждой базы по девяти отсчетов. Одновременно с засечкой воздушных разрывов батареей звуковой разведки с наблюдательного пункта или огневой позиции стреляющей батареи определяют высоту разрывов, как это указано в главе X Правил стрельбы 1945 г.

Координаты реперов и цели по данным звуковой разведки наносятся на огневой планшет, по которому и рассчитывают установки для переноса огня.

Если перенос огня сопровождается контролем со стороны батареи звуковой разведки, то при переносе дают одним и тем же орудием группу в шесть-девять выстрелов. Батарея звуковой разведки засекает разрывы этой группы и передает координаты центра группирования на огневую батарею. Введя соответствующие корректуры, командир огневой батареи переходит к стрельбе на поражение.

Перенос огня от наземного репера производят согласно ст. 140—144, а от воздушного — согласно ст. 270 и 271 Правил стрельбы 1945 г.

При переносе огня от звукового репера способом коэфициента K в формуле

$$K = \frac{Д_{п}^{R}}{Д_{т}^{R}}$$

надо вместо $Д_{т}^{R}$ ставить $Д_{зв}^{R}$ — дальность от огневой позиции до цели, нанесенной на планшет по данным батареи звуковой разведки.

Пример. Пусть дальности до цели и до звукового репера, определенные по огневому планшету, получились следующие: $Д^{ц}_{зв} = 6\,100$ *м* (рис. 169), $Д^{R}_{зв} = 5\,700$ *м* и пристрелочная дальность до репера $Д^{R}_{п} = 6\,300$ *м*. В этом случае коэфициент $K = \frac{6300}{5700} = 1{,}105$ и $Д^{ц}_{и} = 6100 \cdot 1{,}105 = 6740$ *м*.

После определения исчисленной дальности до цели $Д^{ц}_{и}$ определяют угол переноса, для чего топографический угол β, измеренный по планшету, исправляют на разность дериваций. Установку уровня по цели берут с поправкой угла прицеливания на угол места цели.

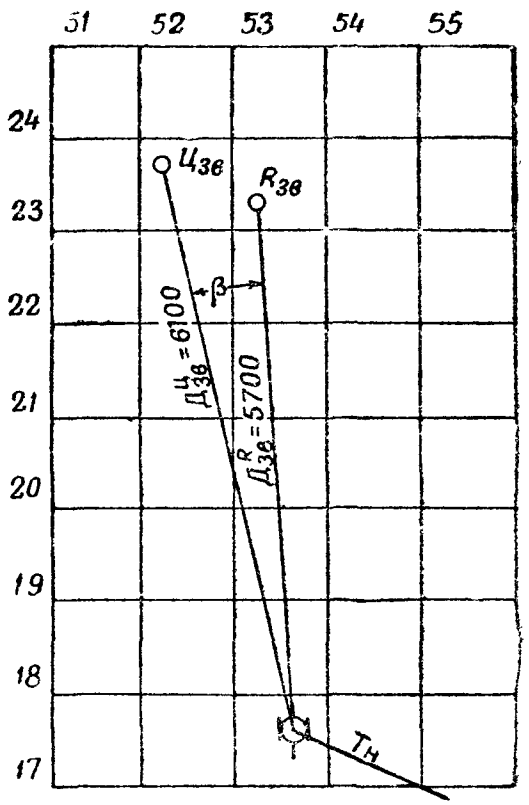


Рис. 169. Измерение отклонения разрывов от звукового репера по огневому планшету

Следует отметить, что координаты звукового репера вследствие ошибок, получающихся при производстве засечки звуковой разведкой, обычно не совпадают с топографическими координатами этого репера. Но это не должно смущать стреляющего, так как при равенстве ошибок при засечке репера и цели это несоответствие не влияет на дальнейший ход стрельбы. Разность в направлениях (угол β на рис. 169) и разность в дальностях между положениями репера и цели, засеченными по звуку, будут такими же, как и между действительными положениями репера и цели (см. рис. 167).

При аналитическом методе привязки звуковых постов и при засечке цели и репера в одинаковых метеорологических условиях[1] ошибки засечки репера и цели будут одинаковые, независимо от углов α, поэтому пределы переноса огня от репера здесь зависят главным образом от условий стрельбы, согласно которым пределы берутся равными 1—1,5 *км* по дальности и 3-00 по направлению.

---

[1] Или при учете метеорологических элементов, как это указано в сноске на стр. 353.

Особенности переноса огня от звукового репера при топографической привязке звуковых постов по карте

При топографической привязке звуковых постов по карте ошибки привязки велики. Вследствие этого ошибки при засечке цели и при засечке репера будут зависеть от углов α по цели и по реперу, т. е. ошибки по цели и по реперу будут разные и поэтому при переносе огня будем получать большие ошибки.

При работе с учетом систематической ошибки получается следующее. При одинаковых дальностях до репера и цели ошибки переноса огня можно определить по формуле (21) главы VIII:

$$E_{\alpha} = \frac{r}{l}\left(\operatorname{tg}\alpha_{ц} - \operatorname{tg}\alpha_{R}\right),$$

и при одинаковых углах α по реперу и по цели по формуле (18) главы VIII:

$$E_{\alpha_{Д}} = \frac{r}{2}\,\frac{Д_{ц} - Д_{R}}{Д_{ц} - Д_{R}}.$$

Будем считать, что допустимая ошибка при переносе огня от репера равна 3 делениям угломера, поэтому воспользовавшись верхней формулой, при $r = 100$ *м* найдем, что, например, при угле α по реперу, равном 0°, и угле α по цели, равном 0-30, ошибка переноса при длине базы $l = 1$ *км* будет:

$$\frac{100}{1000}\cdot 0{,}03 = 0{,}003,$$

т. е. 3 делениям угломера. Следовательно, при привязке звуковых постов по карте огонь можно переносить не более чем на 30 делений угломера. При углах переноса более чем на 30 делений угломера надо производить контрольную засечку первых групп разрывов.

При дальностях по цели и по реперу, равных 4, 5 и 6 *км*, и при $r = 100$ *м* по формуле (18) найдем, что ошибка будет равна:

$$\frac{100}{2}\cdot\frac{1500}{4500\cdot 6000} = 0{,}003,$$

т. е. 3 деления угломера.

Отсюда следует, что переносить огонь по дальности возможно до 1 — 1,5 *км*.

При точном определении длин акустических баз перенос огня будет определяться только условиями стрельбы, т. е. по дальности до 1,5 *км* и по направлению до 3-00.

В этом случае ошибка переноса огня, зависящая от ошибок звуковых засечек репера и цели, будет мала и ее можно подсчитать по формуле (23) главы VIII:

$$E_{\alpha} = \frac{rP}{2Д_{R}Д_{ц}}.$$

При работе без учета систематической ошибки разница в ошибках по дальности при засечке репера и цели особенно велика. В этом случае удаление репера от цели может быть не более 300 *м* при работе по карте 1:25000 и не более 150 *м* при работе по карте 1:50000, что следует из формулы (24) главы VIII.

Заметим также, что если батарея звуковой разведки при переносе огня будет производить контрольную засечку первых групп разрывов, то в этом случае перенос огня на цель будет производиться по существу не от репера, а от центра разрывов последней группы, поэтому перенос огня не будет отличаться от пристрелки по цели и репер может быть удален от цели на какое угодно расстояние.

§ 4. СТРЕЛЬБА НА ПОРАЖЕНИЕ ПО ЦЕЛЯМ ЧЕРЕЗ ЗНАЧИТЕЛЬНЫЙ ПРОМЕЖУТОК ВРЕМЕНИ ПОСЛЕ ИХ ЗАСЕЧКИ

В § 1 настоящей главы было указано, что если при засечке целей получены точные координаты, то установки для стрельбы на поражение определяются обычными способами. Совершенно очевидно, что стрельбу на поражение по таким целям можно вести через какой угодно промежуток времени без обслуживания этой стрельбы средствами звуковой разведки.

Значительным промежутком времени будем называть такой промежуток, за который метеорологические элементы изменяются больше, чем это сказано на стр. 228.

Если при засечке целей получены приближенные координаты, то стрельба через значительный промежуток времени после их засечки без каких-либо дополнительных приемов невозможна. Такими дополнительными приемами[1] будут:

1) создание звукового репера в районе целей с последующим отмечанием и контролем по действительному или фиктивному реперу (наземному или воздушному) и

2) перерасчет поправок согласно данных метео-огневых бюллетеней.

Перед тем как приступить к рассмотрению первого приема, заметим, что создавать звуковой репер с последующим отмечанием и контролем имеет смысл только в том случае, если невозможно по каким-либо причинам

[1] Эти дополнительные приемы применяют и для возобновления огня по пристрелянной ранее цели.

определить координаты репера (действительного или фиктивного). Если же координаты какого-либо действительного репера в районе целей могут быть известны, то следует воспользоваться этим репером для определения и исключения систематической ошибки и давать в дальнейшем точные координаты цели. Если посты оптической разведки, с помощью которых засекается положение фиктивного репера при отмечании, привязаны на полной топографической основе, значит координаты фиктивного репера могут быть определены. В этом случае также надо определять и исключать систематическую ошибку.

Таким образом, первый прием имеет очень ограниченное применение, т. е. его применяют только при отсутствии средств оптической разведки или в тех случаях, когда не произведена привязка постов их на полной топографической основе.

При его применении обычным порядком создают звуковой репер, т. е. на одних и тех же установках дают группу в шесть-девять выстрелов, рассчитывают данные для переноса огня и производят отмечание по какому-либо реперу, а перед переходом к стрельбе на поражение производят контроль стрельбы. Удаление репера от цели, по которому производится отмечание, должно быть не более 3 *км*. Если репер для отмечания можно создать в районе целей, то он используется в качестве звукового репера и для отмечания.

Пример на перенос огня с отмечанием и контролем по действительному реперу, координаты которого известны.

Предположим, что звуковой репер был создан на прицеле 120 ($Д_R = 5\,800$ *м*) и при угломере 7-50. Рассчитав установки для переноса огня на цель, получили прицел 133 ($Д_и^ц = 6\,200$ *м*) и угломер 8-30. Эти установки записали и отметились по действительному реперу. При отмечании получили прицел 92 и угломер 10-50. Перед переходом на поражение произвели контроль по этому реперу и получили прицел 97 и угломер 10-55. Прицелу 92 соответствует дальность 4 800 *м* и прицелу 97 — 5 000 *м*.

В нашем случае разность между дальностями до репера и цели больше 300 *м*, при контроле получили разность по дальности 200 *м*, поэтому для расчета корректуры надо определить $K_п$ (коэфициент пропорциональности):

$$K_п = \frac{6\,200}{5\,000} = 1{,}2.$$

Корректура в дальности будет $200 \cdot 1{,}2 = 240$ *м*. Дальность до цели будет $6\,200 + 240 = 6\,440$ *м* и угломер 8-35.

Если корректура по реперу не больше 100 *м* или разность дальностей до цели и до репера не больше 300 *м*, то корректуру по реперу вводят без изменения в исчисленные установки по цели.

Если после создания звукового репера отмечания не произвели, то при переносе огня от звукового репера надо произвести перерасчет поправок согласно данным метео-огневого бюллетеня. Предположим, что при создании звукового репера был получен метеорологический бюллетень (метео-огневой) и были обычным способом произведены расчеты для переноса огня. Пусть к моменту открытия огня на поражение был получен свежий бюллетень. Для переноса огня рассчитывают поправки дальности и угломера по цели по первому и последнему бюллетеням и из последних поправок вычитают первые. Полученные разности и будут поправками на разность условий стрельбы. Эти поправки (корректуры) вводят в установки по цели и открывают огонь на поражение.

Например, согласно бюллетеню, полученному при создании звукового репера, получили поправки по дальности +350 *м* и по направлению +0-15, а согласно второму бюллетеню, полученному перед переходом на поражение, поправки оказались: по дальности + 450 *м*, по направлению +0-20. Разность в поправках будет +100 *м* и +5 делений угломера. Значит, при переходе на поражение надо исчисленную дальность по цели увеличить на 100 *м* и угломер на 5 делений.

Необходимо указать, что при переносе огня от звукового репера с отмечанием и контролем по действительному реперу или путем перерасчета поправок согласно метеорологическим бюллетеням вносятся дополнительно ошибки в установки для стрельбы на поражение.

Вследствие этого указанные способы определения установок для стрельбы на поражение имеют ограниченное применение.

§ 5. ВЕДЕНИЕ ОГНЯ ДИВИЗИОНОМ ПО ЦЕЛЯМ, КООРДИНАТЫ КОТОРЫХ ОПРЕДЕЛЕНЫ ПРИБЛИЖЕННО

Установки для стрельбы на поражение при стрельбе дивизионом могут определяться пристрелкой непосредственно по цели или переносом огня от звукового репера.

Пристрелка непосредственно по цели

Для пристрелки непосредственно по цели при стрельбе дивизионом требуется очень много времени (несколько десятков минут). За это время цель может переменить огневую позицию. Поэтому пристрелка по цели дивизионом возможна только в тех случаях, когда известно, что цель не может быстро сменить огневую позицию.

При стрельбе дизизионом последовательно пристреливается каждая батарея в отдельности. При пристрелке по планшету наносятся на пристрелочный планшет батареи звуковой разведки огневые позиции всех батарей дивизиона. Одна батарея назначается основной. Обычно основной назначается та батарея, огневая позиция которой является средней. Пусть в нашем случае основной батареей будет вторая. Пристрелка проводится в следующем порядке. Командир стреляющего дивизиона вызывает к телефону командиров огневых батарей и командира батареи звуковой разведки и ставит им задачу на пристрелку: „Командирам первой, второй и третьей батарей, командиру батареи звуковой разведки пристрелять цель № 102 — батарея противника. Отклонения определять по пристрелочному планшету батареи звуковой разведки и передавать по телефону на мой наблюдательный пункт. Начало пристрелки второй батареи в 20.00, первой в 20.20 и третьей в 20.40. Огневой налет по моей команде. Связь с наблюдательным пунктом через коммутатор штаба дивизиона".

В дальнейшем пристрелка второй батареи производится, как это было изложено в § 2 настоящей главы.

Для ускорения пристрелки первой и третьей батарей исходные установки для них рассчитываются с учетом разницы между исходными установками и пристрелянными данными 2-й батареи.

В дальнейшем стрельба дивизиона на поражение по другим целям будет вестись путем переноса огня от пристрелянной цели (№ 102), как от репера.

Для возобновления огня по той же цели через значительный промежуток времени основная батарея после окончания огневого налета (окончания стрельбы) производит отмечание, а перед возобновлением огня — контроль стрельбы. Найденную корректуру дальности и направления принимают как пристрелянную по реперу поправку для всех батарей дивизиона. Учет этой поправки производится способом, указанным в § 4 настоящей главы.

Заметим, что и в данном случае, если координаты репера, по которому производится отмечание, будут известны, необходимо определить и исключить систематическую ошибку, если, конечно, репер будет в районе целей.

Перенос огня от звукового репера

Наиболее эффективным методом ведения огня дивизионом по целям, засеченным звуковой разведкой, является перенос огня от звукового репера, причем для всех батарей дивизиона создается один звуковой репер. Но прежде чем создавать звуковой репер, все батареи дивизиона

необходимо сострелять по общему дивизионному реперу, если это не было сделано раньше. Кроме того, веер в каждой батарее также должен быть сострелян. Координаты репера могут быть и неизвестны. После сострела по общему дивизионному реперу батарея, принятая за основную, создает звуковой репер, т. е. дает на пристрелянных установках по данному дивизионному реперу группу в шесть-девять выстрелов. Разрывы засекает батарея звуковой разведки и координаты центра группирования их передает в штаб огневого дивизиона.

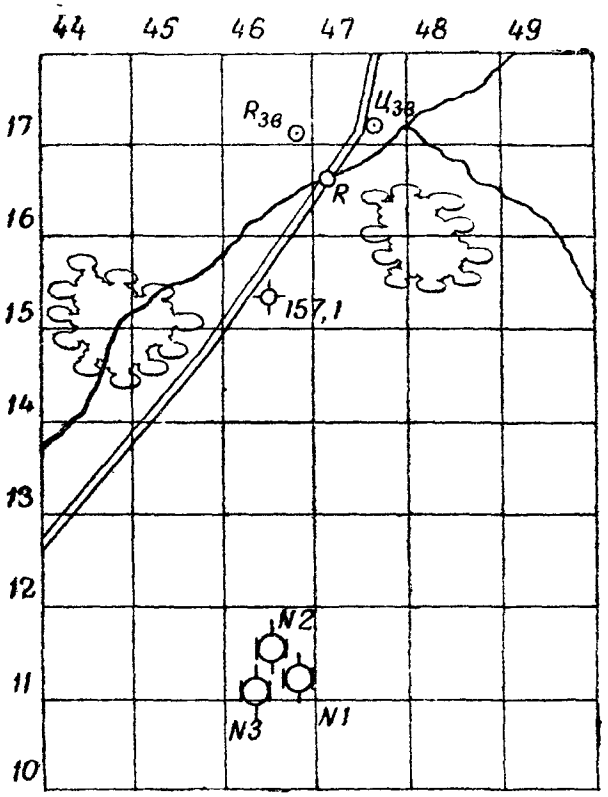


Рис. 170. Перенос огня от звукового репера дивизионом

На огневые планшеты батарей дивизиона наносят цель и репер и определяют данные для переноса огня по цели от звукового репера способом коэфициента K или упрощенным способом.

Поясним изложение следующим примером.

Пусть командир дивизиона выбрал общий дивизионный репер — перекресток дорог (рис. 170). Батарея звуковой разведки засекла цель с учетом наземных метеорологических элементов и передала в штаб огневого дивизиона координаты $X = 17100$, $Y = 47600$. Посты звуковой разведки и огневые позиции привязаны на полной топографической основе.

Порядок сострелки дивизиона установлен такой: сначала пристреливает репер первая батарея, затем третья и, наконец, вторая. Пристрелку производят без перерыва, для того, чтобы сострелять батареи дивизиона в одинаковых метеорологических условиях. После сострелки батарей дивизиона получили следующие пристрелянные дальности: в первой $Д_{п}^{R} = 5500$, во второй $Д_{п}^{R} = 5300$ и в третьей $Д_{п}^{R} = 5600$.

Командир дивизиона назначил вторую батарею основной и приказал ее командиру создать звуковой репер на пристрелянных установках, а командиру батареи звуковой разведки засечь звуковой репер и определить его координаты.

Учитывая благоприятные метеорологические условия и хорошие начала записей на ленте, командир звуковой батареи предложил командиру огневого дивизиона для создания звукового репера дать группу в шесть выстрелов.

Командир второй батареи, получив приказание создать звуковой репер и договорившись с командиром звуковой батареи, сразу же после окончания пристрелки репера, не изменяя установок, дает группу в шесть выстрелов. Батарея звуковой разведки засекла все шесть выстрелов и по среднему отсчету с каждой базы определила координаты центра группирования: $X = 17100$, $Y = 46\,860$, которые и переданы в штаб огневого дивизиона. Штаб дивизиона в свою очередь передал эти координаты, а также и координаты цели во все батареи.

Командиры батарей, получив координаты, наносят на свои огневые планшеты звуковой репер и цель. На эти же планшеты они наносят и свои огневые позиции и определяют (по планшету) звукометрические дальности до звукового репера и до цели. Пусть эти дальности оказались:

— для первой батареи $Д_{зв}^{R} = 5\,900$ *м*, $Д_{зв}^{ц} = 6\,000$ *м*;

— для второй батареи $Д_{зв}^{R} = 5\,700$ *м*, $Д_{зв}^{ц} = 5\,780$ *м*;

— для третьей батареи $Д_{зв}^{R} = 6\,100$ *м*, $Д_{зв}^{ц} = 6\,200$ *м*.

Заметим, что координаты звукового репера, определяемые батареей звуковой разведки, не совпадают с координатами перекрестка дорог (рис. 170), но этим смущаться не следует.

Разность дальностей до цели, засеченной по звуку, и до звукового репера для каждой батареи меньше 300 *м*, поэтому огонь переносят упрощенным способом. Даль-

ности до цели для стрельбы на поражение будут: для первой батареи $Д_и = 5\,600$ *м*, для второй батареи — 5 380 *м* и для третьей — 5 700 *м*.

Далее определяют угол переноса, учитывая при этом разность дериваций для репера и для цели, и установку уровня по цели с поправкой угла прицеливания на угол места цели.

С целью контроля стрельбы на поражение огонь на цель переносит сначала основная батарея, группой в шесть выстрелов. Батарея звуковой разведки засекает эту группу и координаты центра группирования ее передает командиру стреляющей батареи, который, если это необходимо, вносит корректуру и передает величину ее по дальности и по направлению во все батареи. После этого батареи с учетом этой корректуры самостоятельно или по команде командира дивизиона производят огневой налет всем дивизионом.

Заметим, что все расчетные работы по определению исходных установок для стрельбы на поражение можно вести в штабе дивизиона на одном огневом дивизионном планшете. При переходе на поражение через значительный промежуток времени после пристрелки звукового репера отмечание и контроль производит одна основная батарея, как это указано в предыдущем разделе, и данные контроля передаются остальным батареям дивизиона.

§ 6. СТРЕЛЬБА ПО НЕЗВУЧАЩИМ ЦЕЛЯМ

В боевой обстановке возможны случаи, когда никакие другие средства, кроме звуковой разведки, не могут быть использованы для корректуры огня по ненаблюдаемой и незвучащей цели. Такими целями могут быть переправы, мосты, штабы, скопление танков, пехоты и т. п.

Пристрелка в этих случаях ведется по пристрелочному планшету батареи звуковой разведки, как и по звучащей цели, но при условии определения точных координат разрывов с учетом систематической ошибки. В случае, если систематическая ошибка будет учитываться поворотом директрис на пристрелочном планшете, то при такой подготовке пристрелочного планшета с нанесенной на него целью отклонения центра группирования разрывов определяются так же, как и по цели, засеченной по звуку.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ГЛАВЕ X

1. Какие имеются способы определения установок для стрельбы на поражение по целям, засеченным звуковой разведкой?
2. Какие достоинства и недостатки пристрелки непосредственно по цели и переноса огня от звукового репера?

3. Какие дальности засечки разрывов снарядов при средних условиях слышимости?

4. Из каких орудий ведется стрельба при обслуживании ее звуковой разведкой?

5. В каких случаях применяют бризантную гранату при стрельбе со звуковой разведкой?

6. Как рассчитывается темп огня при стрельбе со звуковой разведкой?

7. Почему при пристрелке со звуковой разведкой дают вначале не один выстрел, а два-три?

8. Какому требованию должны удовлетворять ошибки при засечке цели и разрывов (репера) при стрельбе с помощью звуковой разведки?

9. Какие существуют способы пристрелки со звуковой разведкой?

10. В чем заключается подготовка пристрелочного планшета?

11. Почему при работе с счислителем отклонения измеряются и передаются на огневую батарею в единицах синуса?

12. Какие особенности пристрелки по цели при привязке звуковых постов по карте?

13. Что такое звуковой репер?

14. Почему репер и цель засекают одними и теми же способами?

15. Какие особенности переноса огня от звукового репера при топографической привязке звуковых постов по карте?

16. Какие существуют приемы стрельбы через значительный промежуток времени после засечки целей, если по ним получены приближенные координаты?

17. Как ведется стрельба дивизионом с помощью звуковой разведки?

18. Какие особенности стрельбы по незвучащим целям?

Глава XI

ТОПОГРАФИЧЕСКАЯ ПРИВЯЗКА ПО ЗВУКУ

§ 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Топографическая привязка по звуку применяется в условиях ускоренного развертывания батареи звуковой разведки, а также в начальный период работы батареи при нормальном развертывании, когда привязка топографическими подразделениями не может быть выполнена ранее чем через 6—8 часов с момента окончания разведки боевого порядка.

Топографическая привязка по звуку основана на свойстве звуковой разведки определять с большой точностью (до 2—3 *м*) расстояния по звуку, а следовательно, и относительное положение отдельных точек на местности.

Сущность топографической привязки по звуку состоит в следующем: на привязываемых точках (звукопостах, ОП и т. п.) выставляются звукоприемники, связанные с регистрирующим прибором, и в удалении не ближе 20 *м* от звукоприемников производятся подрывы взрывчатого вещества. Для большей надежности и точности дается по два-три подрыва на каждой точке. Подрывы регистрируются на ленте регистрирующего прибора, по которой и определяют разности времен τ. Разности времен записывают в бланк, определяют по нему средние значения $\tau_{ср}$, умножают на скорость звука при данной температуре и находят длины сторон треугольников *БРА*, *БРС*, *БРД* и т. д. (рис. 171). Взяв за основной базис линию *БР*, положение точек *А*, *С*, *Д* находится путем засечки с концов основного базиса *БР*, который должен быть примерно перпендикулярным к линии расположения звуковых постов (*АД*). Длина основного базиса берется такой, чтобы углы при засечке были не менее 20°. Поэтому длина основного базиса должна быть около 1 *км*. Основной базис может быть между:

1) ОП какой-либо батареи и одним из звуковых постов,

2) ОП и постом предупреждения или

3) постом предупреждения и одним из звуковых постов.

При топографической привязке по звуку могут быть следующие положения:

— известны координаты обоих концов основного базиса;

— известны координаты одного конца основного базиса и ориентирное направление на какую-либо точку;

— координаты обоих концов основного базиса или одного из них определены на карте.

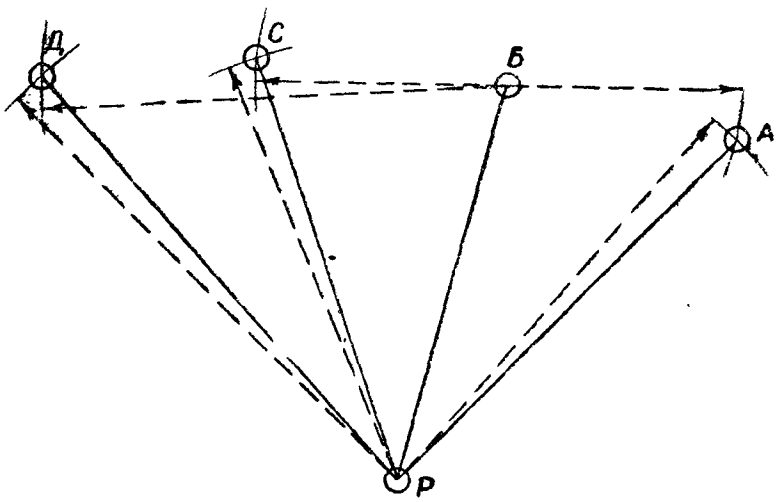


Рис. 171. Схема топографической привязки по звуку

В первых двух случаях работу ведут на обычном планшете в государственной системе координат (в системе Гаусса-Крюгера) и в третьем случае — в местной системе координат. В случае привязки только одного конца основного базиса ориентирование его производят по буссоли.

В зависимости от наличия времени топографическая привязка по звуку может быть осуществлена одним из двух способов: нормальным или ускоренным.

При нормальном способе подрывы производятся на всех привязываемых точках, при ускоренном — только на концах основного базиса.

План топографической подготовки составляет командир батареи звуковой разведки согласно плану штаба разведывательного дивизиона; утверждает его начальник штаба артиллерийской группы. В плане как при нормальном, так и при ускоренном способах указываются:

— точки концов базиса;

— порядок привязки огневых позиций;

— организация связи;

— точки, на которых будут производиться подрывы, число подрывов на каждой точке и количество ВВ для каждого подрыва;

— общее количество ВВ;

— время начала и окончания топографической подготовки.

При нормальном способе топографической привязки по звуку срединная ошибка определения координат 10—12 *м*, при ускоренном — 20—25 *м*.

Для привязки требуется: при нормальном способе 3 часа (7—9 точек) и при ускоренном 2 часа (7—9 точек). Порядок работ при нормальном и ускоренном способах следующий:

а) производят подрывы на точках, намеченных по плану привязки;

б) определяют по ленте звукометрической станции разности времен τ;

в) рассчитывают средние значения $\tau_{ср}$ и определяют по ним соответствующие расстояния;

г) производят графическое построение на планшете;

д) по получении приказания на переориентирование производят переориентирование координат.

§ 2. ТЕХНИКА РАБОТЫ ПРИ НОРМАЛЬНОМ СПОСОБЕ ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ ПРИВЯЗКИ ПО ЗВУКУ

При нормальном способе топографической привязки по звуку подрывы даются на каждой точке, подлежащей привязке. Расстояние рассчитывают по двум направлениям, благодаря чему исключается влияние ветра и точность определения расстояний увеличивается.

Направление на точку подрыва от каждого звукоприемника должно быть строго определенным и одинаковым для всех привязываемых точек. Направление это устанавливается по заданной буссоли. Удаление точек подрывов от звукоприемников также должно быть одинаковым для всех привязываемых точек. Обычно удаление берут равным 20 *м*.

При нормальном способе топографической привязки по звуку привязываемых точек может быть девять: шесть звуковых постов и три огневые позиции. В этом случае согласно плану работу можно вести в две очереди. Например, пусть в качестве основного базиса будет принято расстояние между вторым звуковым постом и первой огневой позицией. В этом случае в первую очередь будут работать звукоприемники, установленные на концах основного базиса и на звуковых постах третьем, четвертом, пятом и шестом. Во вторую очередь опять будут работать звукоприемники на концах основного базиса, на второй и третьей огневой позиции и на первом звуковом посту.

Подрывы в первой очереди будут даваться последовательно на шестом, пятом, четвертом, третьем, втором зву-

ковых постах и на первой огневой позиции и во второй очереди на втором и первом звуковых постах и на первой, второй и третьей огневых позициях. На каждой точке в зависимости от качества записей дают по два-три подрыва.

Если установленных звукоприемников будет больше, чем перьев на регистрирующем приборе, например, в тех случаях, когда будет установлено семь звукоприемников, то два из них можно включить последовательно в катушку какого-либо одного пера.

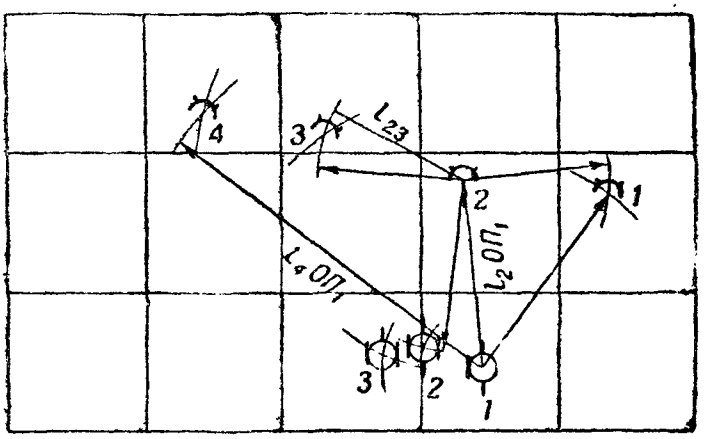


Рис. 172. Схема топографической привязки звуковых постов и огневых позиций по звуку

Взрывчатого вещества в зависимости от условий слышимости берут 200—400 *г*. Крышка звукоприемника, у которого дается подрыв, должна быть закрыта, а сам звукоприемник должен быть поставлен в окоп. Сверху окоп лучше закрыть подручным материалом, как это делается при защите от ветра. Пишущие системы тех звукоприемников, у которых даются подрывы, должны быть загрублены при помощи шунтов и посредством нажима на бумагу.

Предположим, требуется привязать четыре звуковых поста и три огневые позиции (рис. 172). На огневую позицию второй батареи выставили седьмой, добавочный звукоприемник и включили его последовательно со звукоприемником, стоящим на огневой позиции третьей батареи. За основной базис приняли расстояние между точками M_2 и $ОП_1$. Произвели на каждом звуковом посту и каждой огневой позиции по два подрыва, сняли отсчеты между записями пера второго звукового поста и всех остальных перьев и между записями пера, относящегося к огневой позиции первой батареи, и всех остальных перьев. Данные записали в бланк записи отсчетов (см. бланк с записями отсчетов).

БЛАНК

ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ ПРИВЯЗКИ ПО ЗВУКУ

Запись отсчетов 10 июня 1948 г. от 9 час. 50 мин. до 10 час. 20 мин.

На каком посту взрыв	№ подрыва	τ_{12}	τ_{13}	τ_{14}	$\tau_{1ОП_1}$	$\tau_{1ОП_2}$	$\tau_{1ОП_3}$
1	2	3	4	5	6	7	8
M_1	1	3020			4500		
	2	3030			4490		
	3	—			—		
	Σ	6050			8990		
	$\tau_{ср}$	3025			4495		
		τ_{21}	τ_{23}	τ_{24}	$\tau_{2ОП_1}$	$\tau_{2ОП_2}$	$\tau_{2ОП_3}$
M_2	1	3010	3100	5800	3820	3350	4000
	2	3030	3120	5820	3800	3370	4020
	3	—	—	—	—	—	—
	Σ	6040	6220	11620	7620	6720	8020
	$\tau_{ср}$	3020	3110	5810	3810	3360	4010
		τ_{31}	τ_{32}	τ_{34}	$\tau_{3ОП_1}$	$\tau_{3ОП_2}$	$\tau_{3ОП_3}$
M_3	1		3060		5760		
	2		3080		5770		
	3		—		—		
	Σ		6140		11530		
	$\tau_{ср}$		3070		5765		
		τ_{41}	τ_{42}	τ_{43}	$\tau_{4ОП_1}$	$\tau_{4ОП_2}$	$\tau_{4ОП_3}$
M_4	1		5780		7980		
	2		5800		7960		
	3		—		—		
	Σ		11580		15940		
	$\tau_{ср}$		5790		7970		
		$\tau_{ОП_1 1}$	$\tau_{ОП_1 2}$	$\tau_{ОП_1 3}$	$\tau_{ОП_1 4}$	$\tau_{ОП_1 ОП_2}$	$\tau_{ОП_1 ОП_3}$
$ОП_1$	1	4510	3880	5800	8010	1330	2130
	2	4530	3900	5800	8010	1210	2130
	3	—	—	—	—	—	—
	Σ	9040	7780	—	16020	2640	—
	$\tau_{ср}$	4520	3890	5800	8010	1320	2130

На каком посту взрыв	№ подрыва	τ_{12}	τ_{13}	τ_{14}	$\tau_{1ОП_1}$	$\tau_{1ОП_2}$	$\tau_{1ОП_3}$
1	2	3	4	5	6	7	8
		$\tau_{ОП_21}$	$\tau_{ОП_23}$	$\tau_{ОП_24}$	$\tau_{ОП_24}$	$\tau_{ОП_2ОП_1}$	$\tau_{ОП_2ОП_3}$
$ОП_2$	1		3400			1300	
	2		3410			1290	
	3		—			—	
	Σ		6820			2590	
	$\tau_{ср}$		3410			1295	
		$\tau_{ОП_31}$	$\tau_{ОП_32}$	$\tau_{ОП_33}$	$\tau_{ОП_31}$	$\tau_{ОП_2ОП_1}$	$\tau_{ОП_3ОП_2}$
$ОП_3$	1		4030			2120	
	2		4040			2120	
	3		—			—	
	Σ		8070			—	
	$\tau_{ср}$		4035			2120	

В графе 1 бланка записываются обозначения точек стояния звуковых постов и огневых позиций, на которых установлены звукоприемники, в графе 2 записаны порядковые номера подрывов, сумма величин τ и $\tau_{ср}$; в следующих графах записываются величины τ, получаемые при подрывах. При этом величины τ берутся между записями данного звукоприемника и звукоприемников, стоящих на концах основного базиса. Если звукоприемник стоит на конце основного базиса, например, на втором звуковом посту (M_2), то отсчеты снимаются между записями этого звукоприемника и всеми остальными. Для записи величин τ по каждому подрыву отведена своя графа, в результате чего при производстве на данной точке двух-трех подрывов получают два-три отсчета, по которым получают среднее значение $\tau_{ср}$.

Индексы у τ означают номера звуковых постов и огневых позиций, между записями которых сняты данные отсчеты.

На первом месте стоит индекс поста, на котором произведен подрыв.

Расстояние между привязываемыми точками определяется по формуле

$$l_{AB} = \frac{\tau_{AB} + \tau_{BA}}{2000} C + S, \qquad (1)$$

где l_{AB} — расстояние между привязываемыми точками;

τ_{AB} — средняя величина отсчета при подрыве на посту A (на одном конце базиса);

τ_{BA} — средняя величина отсчета при подрыве на посту B (на другом конце базиса);

C — скорость звука при данной виртуальной температуре;

S — расстояние от места подрыва до точки стояния звукоприемника.

Первый член в правой части формулы (1) обозначается через l', т. е.

$$l' = \frac{\tau_{AB} + \tau_{BA}}{2000} C. \qquad (2)$$

При производстве подрывов на всех точках поправки на параллакс перьев и на ветер не учитываются.

Вычисление расстояний производится по бланку (см. бланк вычисления расстояний). В графу 1 бланка вписываются обозначения расстояний l с соответствующими индексами. В графу 2 вписываются величины τ_{AB}, в графу 3 — τ_{BA}, в графу 4 — значения $\tau_{общ}$ ($\tau_{общее}$), в графу 5 — значения величин l', т. е. величин расстояний без учета расстояния S, и, наконец, в графу 6 вписываются величины l с учетом расстояния S.

После вычисления бланк передают чертежнику.

Предположим, что, пользуясь данными привязки по карте, нанесли примерное положение точек основного базиса — второго звукопоста и первой огневой позиции на планшет (рис. 172).

Берут расстояние l, равное основному базису, т. е. $l_{2оп_1} = 1329$ *м* (см. бланк топографической привязки по звуку — вычисление расстояний), и от точки стояния первой огневой позиции откладывают в сторону точки стояния второго звукового поста отрезок, равный 1 329 *м*. Конец этого отрезка и принимают за точку стояния второго звукового поста. Ранее нанесенную точку стирают. Далее, пользуясь величинами l, с обоих концов основного базиса проводят соответствующие дуги и в их пересечении получают привязываемые точки (рис. 172).

БЛАНК
ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ ПРИВЯЗКИ ПО ЗВУКУ

Вычисление расстояний 10 июня 1947 г. 10 час. 30 мин. $t_v = 15°$; $C = 340$ *м/сек*; $S = 20$ *м*

Наименование расстояний	τ_{AB}	τ_{BA}	$\tau_{общ} = \frac{\tau_{AB} + \tau_{BA}}{2000}$	l'	$l = l' + S$
1	2	3	4	5	6
l_{12}	3025	3020	3,022	1027	1047
l_{13}					
l_{14}					
$l_{1\ оп_1}$	4495	4520	4,507	1532	1552
$l_{1\ оп_2}$					
$l_{1\ оп_3}$					
l_{23}	3110	3070	3,090	1051	1071
l_{24}	5810	5790	5,800	1972	1992
$l_{2\ оп_1}$	3810	3890	3,850	1309	1329
$l_{2\ оп_2}$	3360	3410	3,385	1151	1171
$l_{2\ оп_3}$	4010	4035	4,022	1366	1386
l_{34}					
$l_{3\ оп_1}$	5765	5800	5,782	1966	1986
$l_{3\ оп_2}$					
$l_{4\ оп_1}$					
$l_{4\ оп_2}$	7970	8010	7,990	2717	2737
$l_{4\ оп_3}$					
$l_{оп_1\ оп_2}$					
$l_{оп_1\ оп_2}$	1320	1295	1,307	444	464
$l_{оп_1\ оп_3}$	2130	2120	2,125	722	792
$l_{оп_2\ оп_3}$					
И т. д.					

Примечание. При подрывах, даваемых на одном конце, величины τ надо делить на 1 000.

§ 3. ТЕХНИКА РАБОТЫ ПРИ УСКОРЕННОМ СПОСОБЕ ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ ПРИВЯЗКИ ПО ЗВУКУ

При ускоренном способе топографической привязки по звуку порядок работы тот же, что и при нормальном способе, но подрывы производятся только на концах основного базиса:

При производстве подрывов только на концах основного базиса звук до остальных звукоприемников идет в одном направлении. Поэтому в таких случаях при расчете расстояний надо учитывать влияние ветра. Учитывается также и поправка на параллакс перьев. В результате величины расстояний будут определяться по такой формуле:

$$l = \frac{\tau_{AB} + P}{1000}(C + W\cos\gamma) + \Delta l, \qquad (3)$$

где $W\cos\gamma$ — продольная составляющая ветра;
Δl — поправка на отстояние от точки подрыва до точки стояния звукоприемника.

Поправка на параллакс перьев берется с плюсом, если концы перьев тех звукоприемников, у которых не производится подрыв, лежат впереди концов перьев тех звуко-

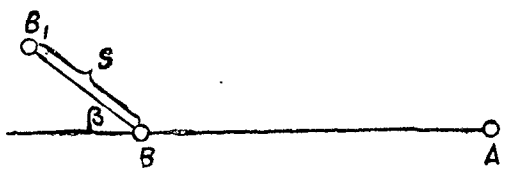


Рис. 173. Схема определения угла β

приемников, у которых производятся подрывы. Поправка Δl определяется по формуле

$$\Delta l = S(1 - \cos\beta), \qquad (4)$$

где S — расстояние от места подрыва до звукоприемника;
β — угол, равный

$$\beta = Д(BB_1) - Д(AB), \qquad (5)$$

если подрыв дается в точке B_1 (рис. 173). Поправка Δl всегда положительна. Величину $(1 - \cos\beta)$ можно определять по приводимой ниже таблице, в которой углы β даны в целых больших делениях угломера.

β	1 — cos β	β	β	1 — cos β	β
0	0	60	17	1,2	43
5	0,1	55	19	1,4	41
6	0,2	54	21	1,6	39
9	0,4	51	24	1,8	36
11	0,6	49	25	1,9	35
13	0,8	47	30	2,0	30
15	1,0	45			

В заключение следует сказать, что точность нормального способа топографической привязки по звуку, и тем более ускоренного, мала и определения точных координат целей не обеспечивает.

В Наставлении АИР, часть III, дан еще один способ топографической привязки по звуку, так называемый упрощенный способ. Срединная ошибка в определении координат по этому способу равна 40—50 *м*. Следовательно, этот способ привязки применять нецелесообразно, так как он по точности не дает преимуществ по сравнению с привязкой по карте.

Задача. Концами основного базиса являются точки $ОП_2$ и M_2. Получены значения отсчетов при подрыве на $ОП_2$: $\tau_1 = 4995$; $\tau_2 = 2580$; $\tau_3 = 3450$; $\tau_4 = 6465$; при подрыве на звукопосту M_2 получены: $\tau_1 = 3510$; $\tau_2 = 2955$; $\tau_4 = 6315$; $\tau_{ОП_2} = 2570$.

Скорость звука $C = 333{,}3$ *м/сек*, $W = 0$. Координаты $ОП_2$: $X = 17545$, $Y = 46270$.

Буссоль с ОП на второй звуковой пост 1-00. Определить координаты звуковых постов.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ГЛАВЕ XI

1. На чем основана топографическая привязка по звуку?
2. Какие имеются способы топографической привязки по звуку и какое требуется время на топографическую привязку при каждом из них?
3. Какова техника работы при нормальном способе топографической привязки по звуку?
4. Чем отличается ускоренный способ топографической привязки по звуку от нормального способа?
5. На каком удалении надо давать подрывы от звукоприемника?
6. Какие основные недостатки топографической привязки по звуку?

ОТВЕТ К ЗАДАЧЕ

M	*X*	*Y*
M_1	18680	47495
M_2	18400	46365
M_3	18280	45385
M_4	18325	44260

Глава XII

ЗВУКОМАСКИРОВКА ОГНЕВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ АРТИЛЛЕРИИ

§ 1. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ УСЛОВИЙ ДЛЯ РАБОТЫ ЗВУКОВОЙ РАЗВЕДКИ

Как известно, звуковая разведка наряду с положительными свойствами обладает и рядом отрицательных свойств, а именно:

1. Дальность и точность работы ее зависят от метеорологических условий, от рельефа местности, от подстилающей поверхности и местных предметов.

2. Продуктивность звуковой разведки зависит от количества звуков, подходящих к звукоприемникам в единицу времени.

3. При интенсивной работе артиллерии и минометов для обработки лент требуется довольно значительное время.

Эти отрицательные свойства и используются с целью маскировки стрельбы своей артиллерии.

Из главы I нам известно, что при неблагоприятных условиях работы (при плохой слышимости) дальность работы звуковой разведки сильно понижается, поэтому при условиях, неблагоприятных для работы звуковой разведки противника, вообще можно вести огонь без особых мер звукомаскировки.

Но неблагоприятные условия работы для звуковой разведки противника создаются не только в результате влияния метеорологических факторов; они могут быть созданы и при соответствующем выборе огневых позиций. Так, например, с целью создания неблагоприятных условий для работы звуковой разведки противника надо огневые позиции выбирать в лощинах, позади крутых скатов, за лесом, в летнее время за озером и т. п. С этой же целью желательно огонь вести наименьшими зарядами, необходимыми для выполнения боевых задач.

§ 2. ЗВУКОМАСКИРОВКА ПУТЕМ СОЗДАНИЯ БОЛЬШОГО КОЛИЧЕСТВА ЗВУКОВ

С целью звукомаскировки надо стремиться создавать наибольшую плотность звуков в районе расположения звукоприемников противника, т. е. чтобы к каждому его

звукоприемнику в каждую единицу времени приходило большое количество звуков.

Чем больше в каждую единицу времени подходит звуков к звукоприемникам, тем труднее становится работа звуковой разведки.

Чем больше одновременно стреляет артиллерийских и минометных батарей и чем короче огневой налет, тем действительнее становится звукомаскировка.

Для достаточно надежной звукомаскировки насыщенность поля боя звуками должна быть не менее трех звуков в секунду, учитывая при этом выстрелы и разрывы снарядов.

Такое количество звуков могут дать, например, 25—30 орудий среднего калибра при 10-минутном огневом налете, стоящих примерно на одинаковом удалении от рубежа развертывания звуковых постов противника.

Чтобы звуки приходили к звукоприемникам примерно одновременно, надо при разных удалениях нескольких огневых позиций от противника открывать огонь с дальней огневой позиции. На ближней к фронту огневой позиции надо открывать огонь при подходе к ней звука выстрела с дальних огневых позиций. Так как на производство выстрела нужно определенное время (около 1 секунды), то лучше выставлять в сторону дальней огневой позиции слухача метров на 300—350 от своей огневой позиции и по его сигналу открывать огонь.

При разных удалениях огневых позиций момент для открытия огня можно определять также по блеску выстрела, сигналу или по телефону. Огонь в этих случаях с ближних огневых позиций дают после блеска или сигнала по телефону через время, рассчитанное по формуле

$$t = 3l - 1,$$

где l — расстояние между огневыми позициями в километрах (1 секунда дается на запаздывание).

Например, если одна огневая позиция находится на 1 700 *м* дальше другой, то после блеска выстрела на дальней позиции надо открывать огонь на ближней к противнику позиции через $3 \cdot 1{,}7 - 1 \approx 4$ секунды.

Подобным образом можно имитировать стрельбу батареи, выделяя по одному орудию с дивизиона. Особенно хорошие результаты дает звукомаскировка, организованная таким образом при стрельбе со многих направлений, взятых на широком фронте. При стрельбе отдельных батарей (дивизионов) надо вести огонь с предельным режимом (беглый огонь).

В заключение следует отметить, что при организации звукомаскировки желательно, решая задачу за противника, лучше изучать возможное положение фронта развертывания батареи звуковой разведки противника и в зависимости от этого устанавливать тот или иной порядок стрельбы с различных огневых позиций.

§ 3. ЗВУКОМАСКИРОВКА ПУТЕМ ОРГАНИЗАЦИИ ВРЕМЕННЫХ ОГНЕВЫХ ПОЗИЦИЙ, ВЫДЕЛЕНИЕМ КОЧУЮЩИХ И РАБОЧИХ ОРУДИЙ

В оборонительных боях (при малом количестве артиллерии у обороняющегося), в тех случаях, когда необходимо избежать преждевременного обнаружения основных огневых позиций, надо чаще пользоваться временными огневыми позициями, выделять „рабочие" и кочующие орудия и т. п. Временные огневые позиции и огневые позиции рабочих и кочующих орудий должны быть удалены от основных позиций не менее чем на 300—500 *м*. С целью введения противника в заблуждение лучше выделять не отдельные кочующие орудия, а взводы. Орудия взвода выставляются на огневой позиции с интервалом, равным фронту батареи, с таким расчетом, чтобы разброс в отсчетах был такой же, как и при стрельбе батарей.

Для получения координат цели (разрывов снарядов) при сравнительно небольшом числе звуков требуется от 5 до 10 минут. Это необходимо учитывать для того, чтобы на одной временной огневой позиции не оставаться больше 10—15 минут, иначе противник может засечь ее и обрушиться на нее огнем своей артиллерии.

§ 4. ЗВУКОМАСКИРОВКА ОРУДИЙ БОЛЬШОЙ МОЩНОСТИ

Для звукомаскировки орудий большой мощности привлекаются обычно орудия (батареи) более мелкого калибра и минометы. Орудия, предназначенные для маскировки орудий больших калибров, занимают огневые позиции впереди маскируемого орудия и не ближе 300—500 *м* от него.

При расположении маскирующих орудий впереди маскируемого орудия метров на 400 выстрелы из него должны следовать через 1 секунду после выстрела маскирующего орудия. При бо́льших удалениях маскирующих орудий расчет времени для выстрелов ведется по формуле

$$t = 3l - 1.$$

Маскирующие орудия, расположенные на флангах недалеко от маскируемых орудий (порядка 300—400 *м*), открывают огонь одновременно с маскируемым орудием.

При маскировке не орудиями, а подрывами, подрывы производятся в таком же порядке, как и выстрелы.

При имитации орудий средних мощностей для каждого подрыва требуется до 2 *кг* взрывчатого вещества, а для имитации мощных систем — до 3—4 *кг*. Подрывы надо давать не ближе 300—400 *м* от огневой позиции на поверхности земли и лучше на возвышающихся точках, на пнях, столбах и т. п., но ни в коем случае не закапывать взрывчатое вещество в землю и не давать подрывы в ямах.

Немцы во второй мировой войне несли большой урон в своей артиллерии и минометах благодаря хорошо организованной контрбатарейной и минометной борьбе с применением средств звуковой разведки с нашей стороны. Недаром в приказе по 38-му немецкому армейскому корпусу было сказано: „Особое внимание обращаю на звукомаскировку батарей, русские очень точно и быстро засекают батареи средствами звуковой разведки". Выполняя подобного рода приказы, немцы применяли, например, такого рода звукомаскировку.

Перед операцией по прорыву блокады Ленинграда долгое время наша звуковая разведка засекала батарею немцев, координаты которой оказывались в середине густого леса. Это вызывало сначала сомнение, так как в этом месте не было ни троп, ни просек, ни полян. К тому же аэрофотоснимки не подтверждали наличия здесь батарей. Но позднее, когда наши войска захватили этот лес, все же нашли там немецкую батарею; она была именно в том месте, на которое указывала звуковая разведка. Для этой батареи немцы специально вырубили делянку леса, причем деревья были только свалены, сучья же и ветви были оставлены на месте. На аэрофотоснимке это место выглядело как обычный захламленный уголок леса и не вызывало никакого подозрения.

Во время наступательной операции одной из армий Ленинградского фронта в августе 1943 г. звуковая разведка все время давала координаты одной огневой позиции противника, находящейся на болоте. По всем данным это болото было непроходимое, топкое и во всяком случае непригодное для установки на нем батареи. И все же при продвижении наших войск вперед там была обнаружена немецкая батарея. При этом оказалось, что немцы построили на болоте в несколько рядов плоты и на них установили батарею 105-*мм* пушек.

Иногда батарею устанавливали у подножья горы. При таком расположении батареи на звукометрической ленте нашей станции получались искаженные записи. Часто с этой же целью немецкие батареи располагались внутри какого-либо здания или летом за озером, болотом и т. п.

Немцы применяли следующий вид звукомаскировки. В створе со стреляющей батареей выставлялось маскирующее орудие, которое вело стрельбу до тех пор, пока его не засекала наша звуковая разведка. Как только по нему начинали вести огонь, оно немедленно прекращало стрельбу, орудийный расчет уходил в укрытие, и в этот момент открывала огонь основная батарея. Так как орудие находилось в створе на удалении 300 *м* от основных огневых позиций, то разницы в координатах, которые получала звуковая разведка, были в пределах трех-четырех срединных ошибок этого вида разведки и зачастую не принимались во внимание. Поэтому стрельбу продолжали вести по маскирующему орудию, а не по основной батарее[1].

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ГЛАВЕ XII

1. Какие свойства звуковой разведки используются с целью звукомаскировки?
2. Какие приемы применяются при звукомаскировке путем создания большого числа звуков?
3. Как организуется стрельба с целью звукомаскировки орудий больших калибров?
4. На каком удалении по отношению к маскируемым орудиям надо производить подрывы с целью звукомаскировки огневых позиций?

---

[1] Примеры взяты из статьи гвардии генерал-лейтенанта артиллерии Жданова Н. Н. См. „Артиллерийский журнал" № 1 за 1945 г.

Приложение 1

ТАБЛИЦА СКОРОСТИ ЗВУКА в *м/сек*

$+t°_v$	C	$+t°_v$	C	$-t°_v$	C	$-t°_v$	C
0°	331	—	—	—	—	—	—
+ 1	332	+21	344	−40	306	−20	319
2	332	22	344	39	306	19	319
3	333	23	345	38	307	18	320
4	333	24	345	37	308	17	320
5	334	25	346	36	308	16	321
6	335	26	346	35	309	15	322
7	335	27	347	34	310	14	322
8	336	28	348	33	310	13	323
9	336	29	348	32	311	12	324
10	337	30	349	31	312	11	324
11	338	31	349	30	312	10	325
12	338	32	350	29	313	9	326
13	339	33	350	28	314	8	326
14	339	34	351	27	314	7	327
15	340	35	352	26	315	6	327
16	341	36	352	25	316	5	328
17	341	37	353	24	316	4	329
18	342	38	353	23	317	3	329
19	342	39	354	22	317	2	330
20	343	40	354	21	318	1	330

Приложение 2

ТАБЛИЦА ПОПРАВОК ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВИРТУАЛЬНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ

Температура в градусах	Поправка в градусах	Температура в градусах	Поправка в градусах	Температура в градусах	Поправка в градусах
—20	0,0	+11	+0,7	+26	+1,9
—15	+0,1	12	+0,7	27	+2,0
—10	+0,1	13	+0,8	28	+2,2
— 5	+0,2	14	+0,9	29	+2,3
0	+0,3	15	+0,9	30	+2,4
+ 1	+0,3	16	+1,0	31	+2,6
2	+0,4	17	+1,1	32	+2,7
3	+0,4	18	+1,1	33	+2,9
4	+0,4	19	+1,2	34	+3,1
5	+0,5	20	+1,3	35	+3,3
6	+0,5	21	+1,4	36	+3,5
7	+0,5	22	+1,5	37	+3,7
8	+0,6	23	+1,6	38	+3,9
9	+0,6	24	+1,7	39	+4,1
10	+0,6	25	+1,8	40	+4,4

Примечание. Поправки берутся всегда со знаком плюс.

Приложение 3

ТАБЛИЦА ПОПРАВОК НА УДАЛЕНИЕ ($\Delta\tau_\eta$)

η \ sin α	100	200	300	400	500	600	700
1,5	6	11	16	19	21	22	20
2	3	6	9	10	11	12	11
3	1	3	4	5	5	5	5
4	1	2	2	2	2	3	3
5	—	1	2	2	2	2	2
6	—	—	1	1	1	1	1
7	—	—	—	1	1	1	1
8	—	—	—	—	1	1	1
9	—	—	—	—	1	1	1

Поправки $\Delta\tau_W$ в тысячных для $-t°_v$															У г.	
Скорость ветра W в *м/сек*															Знаки по	
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	+	+
47	44	41	38	34	31	28	25	22	19	16	12	9	6	3	15	15
47	44	40	37	34	31	28	25	22	19	16	12	9	6	3	14	16
46	43	40	37	34	31	28	25	21	18	15	12	9	6	3	13	17
45	42	39	36	33	30	27	24	21	18	15	12	9	6	3	12	18
43	40	37	34	32	29	26	23	20	17	15	12	9	6	3	11	19
41	38	35	33	30	27	24	22	19	16	14	11	8	5	3	10	20
38	35	33	30	28	25	23	20	18	15	13	10	8	5	3	9	21
35	32	30	28	26	23	21	18	16	14	12	9	7	5	2	8	22
31	29	27	25	23	21	19	17	15	13	11	8	6	4	2	7	23
28	26	24	22	20	18	17	15	13	11	9	7	6	4	2	6	24
23	22	20	19	17	16	14	13	11	10	8	6	5	3	2	5	25
19	18	17	15	14	12	11	10	9	8	6	5	4	3	1	4	26
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	3	27
10	9	8	8	7	6	6	5	5	4	3	3	2	1	1	2	28
5	5	4	4	4	3	3	3	2	2	2	1	1	1	0	1	29
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30

НА ВЕТЕР ($\Delta\tau_W$)

л ы θ		Поправки $\Delta\tau_W$ в тысячных для $+t°_v$														
правок	$\Delta\tau_W$	Скорость ветра W в *м/сек*														
—	—	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
45	45	3	6	9	12	15	18	20	23	26	29	32	35	38	41	44
44	46	3	6	9	12	15	18	20	23	26	29	32	35	38	41	44
43	47	3	6	9	12	15	18	20	23	26	29	32	35	38	41	43
42	48	3	6	9	12	15	17	20	23	25	28	31	34	37	40	42
41	49	3	6	8	11	14	17	19	22	24	27	32	33	35	38	41
40	50	3	5	8	11	13	16	18	21	23	26	28	31	33	36	39
39	51	3	5	7	10	12	15	17	20	22	24	26	29	31	33	36
38	52	2	4	7	9	11	13	16	18	20	22	24	27	29	31	33
37	53	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
36	54	2	4	5	7	9	11	12	14	16	18	20	21	23	25	27
35	55	2	3	5	6	8	9	11	12	14	15	17	18	20	21	24
34	56	1	2	4	5	6	7	9	10	11	12	14	15	16	17	19
33	57	1	2	3	4	5	6	7	8	8	9	11	12	12	13	14
32	58	1	1	2	2	3	4	4	5	5	6	7	8	8	9	9
31	59	0	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	4	4	4	4
30	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

N	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18
0	0	0	0	0	1	1	1	2	3	3
20	4	5	6	7	8	9	10	12	13	14
40	16	18	19	21	23	25	27	29	31	34
60	36	38	41	44	46	49	52	55	58	61
80	64	67	71	74	77	81	85	88	92	96
100	100	104	108	112	117	121	125	130	135	139
120	144	149	154	159	164	169	174	180	185	190
140	196	202	207	213	219	225	231	237	243	250
160	256	262	269	276	282	289	296	303	310	317
180	324	331	339	346	353	361	369	376	384	392
200	400	409	416	424	433	441	449	458	467	475
220	484	493	502	511	520	529	538	548	557	566
240	576	586	595	605	615	625	635	645	655	666
260	676	686	697	708	718	729	740	751	762	773
280	784	795	807	818	829	841	853	864	876	888
300	900	912	924	936	949	961	973	986	999	1011
320	1024	1037	1050	1063	1076	1089	1102	1116	1129	1142
340	1156	1170	1183	1197	1211	1225	1239	1253	1267	1282
360	1296	1310	1325	1340	1354	1369	1384	1399	1414	1429
380	1444	1459	1475	1490	1505	1521	1537	1552	1568	1584
400	1600	1616	1632	1648	1665	1681	1697	1714	1731	1747
420	1764	1781	1798	1815	1832	1849	1866	1884	1901	1918
440	1936	1954	1971	1989	2007	2025	2043	2061	2079	2098
460	2116	2134	2153	2172	2190	2209	2228	2247	2266	2285
480	2304	2323	2343	2362	2381	2401	2421	2440	2460	2480
500	2500	2520	2540	2560	2581	2601	2621	2642	2663	2683
520	2704	2725	2746	2767	2788	2809	2830	2852	2873	2894
540	2916	2938	2959	2981	3003	3025	3047	3069	3091	3114
560	3136	3158	3181	3204	3226	3249	3272	3295	3318	3341
580	3364	3387	3411	3434	3457	3481	3505	3528	3552	3576
600	3600	3624	3648	3672	3697	3721	3745	3770	3795	3819
620	3844	3869	3894	3919	3944	3969	3794	4020	4045	4070
640	4096	4122	4147	4173	4199	4225	4251	4277	4303	4330
660	4356	4382	4409	4436	4462	4489	4516	4543	4570	4597
680	4624	4651	4679	4706	4733	4761	4789	4816	4844	4872
700	4900	4928	4956	4984	5013	5041	5069	5098	5127	5155
720	5184	5213	5242	5271	5300	5329	5358	5388	5417	5446
740	5476	5506	5535	5565	5595	5625	5655	5685	5715	5746
760	5776	5806	5837	5868	5898	5929	5960	5991	6022	6053
780	6084	6115	6147	6178	6209	6241	6273	6304	6336	6368

ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДЛИНЫ БАЗЫ *l*

N	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18
800	6400	6432	6464	6496	6529	6561	6593	6626	6659	6691
820	6724	6757	6790	6823	6856	6889	6922	6956	6989	7022
840	7056	7090	7123	7157	7191	7225	7259	7293	7327	7362
860	7396	7430	7465	7500	7534	7569	7604	7639	7674	7709
880	7744	7779	7815	7850	7885	7921	7957	7992	8028	8064
900	8100	8136	8172	8208	8245	8281	8317	8354	8391	8427
920	8464	8501	8538	8575	8612	8649	8686	8724	8761	8798
940	8836	8874	8911	8949	8987	9025	9063	9101	9139	9178
960	9216	9254	9293	9332	9370	9409	9448	9487	9526	9565
980	9604	9643	9683	9722	9761	9801	9841	9880	9920	9960
1000	10000	10040	10080	10120	10161	10201	10241	10282	10323	10363
1020	10404	10445	10486	10527	10568	10609	10650	10692	10733	10774
1040	10816	10858	10899	10941	10983	11025	11067	11109	11151	11194
1060	11236	11278	11321	11364	11406	11449	11492	11535	11578	11621
1080	11664	11707	11751	11794	11837	11881	11925	11968	12012	12056
1100	12100	12144	12188	12232	12277	12321	12365	12410	12455	12499
1120	12544	12589	12634	12679	12724	12769	12814	12860	12905	12950
1140	12996	13042	13087	13133	13179	13225	13271	13317	13363	13410
1160	13456	13502	13549	13596	13642	13689	13736	13783	13830	13877
1180	13924	13971	14019	14066	14113	14161	14209	14256	14304	14352
1200	14400	14448	14496	14544	14593	14641	14689	14738	14787	14835
1220	14884	14933	14982	15031	15080	15129	15178	15228	15277	15326
1240	15376	15426	15475	15525	15575	15625	15675	15725	15775	15826
1260	15876	15926	15977	16028	16078	16129	16180	16231	16282	16333
1280	16384	16435	16487	16538	16589	16641	16693	16744	16796	16848
1300	16900	16952	17004	17056	17109	17161	17213	17266	17319	17371
1320	17424	17477	17530	17583	17636	17689	17742	17796	17849	17902
1340	17956	18010	18063	18117	18171	18225	18279	18333	18387	18442
1360	18496	18550	18605	18660	18714	18769	18824	18879	18934	18989
1380	19044	19099	19155	19210	19265	19321	19377	19432	19488	19544
1400	19600	19656	19712	19768	19825	19881	19937	19994	20051	20107
1420	20164	20221	20278	20335	20392	20449	20506	20564	20621	20678
1440	20736	20794	20851	20909	20967	21025	21083	21141	21199	21258
1460	21316	21374	21433	21492	21550	21609	21668	21727	21786	21845
1480	21904	21963	22023	22082	22141	22201	22261	22320	22380	22440
1500	22500	22560	22620	22680	22741	22801	22861	22922	22983	23043

N	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
1500	2250	2265	2280	2295	2310	2326	2341	2356	2372	2387
1550	2402	2418	2434	2449	2465	2481	2497	2512	2528	2544
1600	2560	2576	2592	2608	2624	2641	2657	2673	2690	2706
1650	2722	2739	2756	2772	2789	2806	2822	2839	2856	2873
1700	2890	2907	2924	2941	2958	2976	2993	3010	3028	3045
1750	3062	3080	3098	3115	3133	3151	3168	3186	3204	3222
1800	3240	3258	3276	3294	3312	3331	3349	3367	3386	3404
1850	3422	3441	3460	3478	3497	3516	3534	3553	3572	3591
1900	3610	3629	3648	3667	3686	3706	3725	3744	3764	3783
1950	3802	3822	3842	3861	3881	3901	3920	3940	3960	3980
2000	4000	4020	4040	4060	4080	4101	4121	4141	4162	4182
2050	4202	4223	4244	4264	4285	4306	4326	4347	4368	4389
2100	4410	4431	4452	4473	4494	4516	4537	4558	4580	4601
2150	4622	4644	4666	4687	4709	4731	4752	4774	4796	4818
2200	4840	4862	4884	4906	4928	4951	4973	4995	5018	5040
2250	5062	5085	5108	5130	5153	5176	5198	5221	5244	5267
2300	5290	5313	5336	5359	5382	5406	5429	5452	5476	5499
2350	5522	5546	5570	5593	5617	5641	5664	5688	5712	5736
2400	5760	5784	5808	5832	6856	5881	5905	5929	5954	5978
2450	6002	6047	6052	6076	6101	6126	6150	6175	6200	6225
2500	6250	6275	6300	6325	6350	6376	6401	6426	6452	6477
2550	6502	6528	6554	6579	6605	6631	6656	6682	6708	6734
2600	6760	6786	6812	6838	6864	6891	6917	6943	6970	6996
2650	7022	7049	7076	7102	7129	7156	7182	7200	7236	7263

N	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
2700	7290	7317	7344	7771	7398	7426	7453	7480	7508	7535
2750	7562	7590	7618	7645	7673	7701	7728	7756	7784	7812
2800	7840	7868	7896	7924	7952	7981	8009	8037	8066	8094
2850	8122	8151	8180	8208	8237	8266	8294	8323	8352	8381
2900	8410	8439	8468	8497	8526	8556	8585	8614	8644	8673
2950	8702	8732	8762	8791	8821	8851	8880	8910	8940	8970
3000	9000	9030	9060	9090	9120	9151	9181	9211	9242	9272
3050	9302	9333	9364	9394	9425	9456	9486	9517	9548	9579
3100	9610	9641	9672	9703	9734	9766	9797	9828	9860	9891
3150	9922	9954	9986	10017	10049	10081	10112	10144	10176	10208
3200	10240	10272	10304	10336	10368	10401	10433	10465	10498	10530
3250	10562	10595	10628	10660	10693	10726	10758	10791	10824	10857
3300	10890	10923	10956	10989	11022	11056	11089	11122	11156	11189
3350	11222	11256	11290	11323	11357	11391	11424	11458	11492	11526
3400	11560	11594	11628	11662	11696	11731	11765	11799	11834	11868
3450	11902	11937	11972	12006	12041	12076	12110	12145	12180	12215
3500	12250	12285	12320	12355	12390	12426	12461	12496	12532	12567
3550	12602	12638	12674	12709	12745	12781	12816	12852	12888	12924
3600	12960	12997	13032	13068	13104	13141	13177	13213	13250	13286
3650	13322	13359	13396	13432	13469	13506	13542	13579	13616	13653
3700	13690	13727	13764	13801	13838	13876	13913	13950	13988	14025
3750	14062	14100	14138	14175	14213	14251	14288	14326	14364	14402
3800	14440	14478	14516	14554	14592	14631	14669	14707	14746	14784
3850	14822	14861	14900	14938	14977	15016	15054	15093	15132	15171
3900	15210	15249	15288	15327	15366	15406	15445	15484	15524	15563
3950	15602	15642	15682	15721	15761	15801	15840	15880	15920	15960
4000	16000	16040	16080	16120	16160	16201	16241	16281	16322	16362

ТАБЛИЦА ВЕЛИЧИН $W \cos \gamma$

Углы γ в делениях угломера. Знак $W \cos \gamma$		Скорость ветра в *м/сек*															Углы γ в делениях угломера. Знак $W \cos \gamma$	
+	+																—	—
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
0	60-00	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	30-00	30-00
1-00	59-00	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	29	31
2	58	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	28	32
3	57	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	10	11	12	13	14	27	33
4	56	1	2	3	4	4	6	6	7	8	9	10	11	12	13	14	26	34
5	55	1	2	3	4	4	5	6	7	8	9	10	10	11	12	13	25	35
6	54	1	2	2	3	4	5	6	6	7	8	9	10	10	12	12	24	36
7	53	1	2	2	3	4	4	5	6	7	7	8	9	9	10	11	23	37
8	52	1	1	2	3	3	4	5	5	6	7	7	8	9	9	10	22	38
9	51	1	1	2	2	3	4	4	5	5	6	6	7	8	8	9	21	39
10	50	0	1	2	2	2	3	4	4	4	5	6	6	6	7	8	20	40
11	49	0	1	1	2	2	2	3	3	4	4	4	5	5	6	6	19	41
12	48	0	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	4	4	4	5	18	42
13	47	0	0	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	17	43
14	46	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	16	44
15	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	45

ТАБЛИЦА НАТУРАЛЬНЫХ ВЕЛИЧИН СИНУСОВ УГЛОВ
НАТУРАЛЬНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ СИНУСОВ ОТ 0° ДО 45°

Синус	В градусах	В делениях угломера	Синус	В градусах	В делениях угломера
0,001	0°04′	0-01	0,041	2°21′	0-39
002	07	02	042	25	40
003	10	03	043	28	41
004	14	04	044	31	42
005	17	05	045	35	43
0,006	0°21′	0-06	0,046	2°38′	0-44
007	24	07	047	42	45
008	28	08	048	45	46
009	31	09	049	49	47
010	35	10	050	52	48
0,011	0°38′	0-11	0,051	2°55′	0-49
012	42	11	052	59	50
013	45	12	053	3°02′	51
014	48	13	054	06	52
015	52	14	055	09	53
0,016	0°55′	0-15	0,056	3°13′	0-54
017	59	16	057	16	54
018	1°02′	17	058	19	55
019	06	18	059	23	56
020	09	19	060	26	57
0,021	1°12′	0-20	0,061	3°30′	0-58
022	16	21	062	33	59
023	19	22	063	37	60
024	23	23	064	40	61
025	26	24	065	44	62
0,026	1°30′	0-25	0,066	3°47′	0-63
027	33	26	067	51	64
028	36	27	068	54	65
029	40	28	069	57	66
030	43	29	070	4°01′	67
0,031	1°47′	0-30	0,071	4°04′	0-68
032	50	31	072	08	69
033	54	32	073	11	70
034	57	33	074	15	71
035	2°00′	33	075	18	72
0,036	2°04′	0-34	0,076	4°22′	0-73
037	07	35	077	25	74
038	11	36	078	28	75
039	14	37	079	32	76
040	18	38	080	35	77

Синус	В градусах	В делениях угломера	Синус	В градусах	В делениях угломера
0,081	4°39′	0-77	0,126	7°14′	1-21
082	42	78	127	18	22
083	46	79	128	21	23
084	49	80	129	25	24
085	53	81	130	28	25
0,086	4°56′	0-82	0,131	7°32′	1-25
087	59	83	132	35	26
088	5°03′	84	133	39	27
089	06	85	134	42	28
090	10	86	135	46	29
0,091	5°13′	0-87	0,136	7°49′	1-30
092	17	88	137	52	31
093	20	89	138	56	32
094	24	90	139	59	33
095	27	91	140	8°03′	34
0,096	5°31′	0-92	0,141	8°06′	1-35
097	34	93	142	10	36
098	37	94	143	13	37
099	41	95	144	17	38
100	44	96	145	20	39
0,101	5°48′	0-97	0,146	8°24′	1-40
102	51	98	147	27	41
103	55	99	148	31	42
104	58	1-00	149	34	43
105	6°02′	00	150	38	44
0,106	6°05′	1-01	0,151	8°41′	1-45
107	09	02	152	45	46
108	12	03	153	48	47
109	15	04	154	52	48
110	19	05	155	55	49
0,111	6°22′	1-06	0,156	8°58′	1-50
112	26	07	157	9°02′	51
113	29	08	158	05	52
114	33	09	159	09	53
115	36	10	160	12	53
0,116	6°40′	1-11	0,161	9°16′	1-54
117	43	12	162	19	55
118	47	13	163	23	56
119	50	14	164	26	57
120	54	15	165	30	58
0,121	6°57′	1-16	0,166	9°33′	1-59
122	7°00′	17	167	37	60
123	04	18	168	40	61
124	07	19	169	44	62
125	11	20	170	47	63

Синус	В градусах	В делениях угломера	Синус	В градусах	В делениях угломера
0,171	9°51′	1-64	0,216	12°28′	2-08
172	54	65	217	32	09
173	58	66	218	36	10
174	10°01′	67	219	39	11
175	05	68	220	43	12
0,176	10°08′	1-69	0,221	12°46′	2-13
177	12	70	222	50	14
178	15	71	223	53	15
179	19	72	224	57	16
180	23	73	225	13°00′	17
0,181	10°25′	1-74	0,226	13°04′	2-18
182	29	75	227	07	19
183	33	76	228	11	20
184	36	77	229	14	21
185	40	78	230	18	22
0,186	10°43′	1-79	0,231	13°21′	2-23
187	47	80	232	25	24
188	50	81	233	28	25
189	54	82	234	32	26
190	57	83	235	36	26
0,191	11°01′	1-84	0,236	13°39′	2-27
192	04	85	237	43	28
193	08	86	238	46	29
194	11	86	239	50	30
195	15	87	240	53	31
0,196	11°18′	1-88	0,241	13°57′	2-32
197	22	89	242	14°00′	33
198	25	90	243	04	34
199	29	91	244	07	35
200	32	92	245	11	36
0,201	11°36′	1-93	0,246	14°14′	2-37
202	39	94	247	18	38
203	43	95	248	22	39
204	46	96	249	25	40
205	50	97	250	29	41
0,206	11°53′	1-98	0,251	14°32′	2-42
207	57	99	252	36	43
208	12°00′	2-00	253	39	44
209	04	01	254	43	45
210	07	02	255	46	46
0,211	12°11′	2-03	0,256	14°50′	2-47
212	14	04	257	54	48
213	18	05	258	57	49
214	21	06	259	15°01′	50
215	25	07	260	04	51

Синус	В градусах	В делениях угломера	Синус	В градусах	В делениях угломера
0,261	15°08′	2-52	0,306	17°49′	2-97
262	11	53	307	53	98
263	15	54	308	56	99
264	18	55	309	18°00′	3-00
265	22	56	310	04	01
0,266	15°26′	2-57	0,311	18°07′	3-02
267	29	58	312	11	03
268	33	59	313	14	04
269	36	60	314	18	05
270	40	61	315	22	06
0,271	15°43′	2-62	0,316	18°25′	3-07
272	47	63	317	29	08
273	51	64	318	33	09
274	54	65	319	36	10
275	58	66	320	40	11
0,276	16°01′	2-67	0,321	18°43′	3-12
277	05	68	322	47	13
278	08	69	323	51	14
279	12	70	324	54	15
280	16	71	325	58	16
0,281	16°19′	2-72	0,326	19°02′	3-17
282	23	73	327	05	18
283	26	74	328	09	19
284	30	75	329	13	20
285	33	76	330	16	21
0,286	16°37′	2-77	0,331	19°20′	3-22
287	41	78	332	23	23
288	44	79	333	27	24
289	48	80	334	31	25
290	51	81	335	34	26
0,291	16°55′	2-82	0,336	19°38′	3-27
292	59	83	337	42	28
293	17°02′	84	338	45	29
294	06	85	339	49	30
295	09	86	340	53	31
0,296	17°13′	2-87	0,341	19°56′	3-32
297	17	88	342	20°00′	33
298	20	89	343	04	34
299	24	90	344	07	35
300	27	91	345	11	36
0,301	17°31′	2-92	0,346	20°15′	3-37
302	35	93	347	18	38
303	38	94	348	22	39
304	42	95	349	26	40
305	45	96	350	29	41

Синус	В градусах	В делениях угломера	Синус	В градусах	В делениях угломера
0,351	20°33′	3-42	0,396	23°20′	3-89
352	37	43	397	23	90
353	40	44	398	27	91
354	44	45	399	31	92
355	48	47	400	35	93
0,356	20°51′	3-48	0,401	23°38′	3-94
357	55	49	402	42	95
358	59	50	403	46	96
359	21°02′	51	404	50	97
360	06	52	405	53	98
0,361	21°10′	3-53	0,406	23°57′	3-99
362	13	54	407	24°01′	4-00
363	17	55	408	05	01
364	21	56	409	09	02
365	24	57	410	12	03
0,366	21°28′	3-58	0,411	24°16′	4-04
367	32	59	412	20	06
368	36	60	413	24	07
369	39	61	414	27	08
370	43	62	415	31	09
0,371	21°47′	3-63	0,416	24°35′	4-10
372	50	64	417	39	11
373	54	65	418	43	12
374	58	66	419	46	13
375	22°01′	67	420	50	14
0,376	22°05′	3-68	0,421	24°54′	4-15
377	09	69	422	58	16
378	13	70	423	25°01′	17
379	16	71	424	05	18
380	20	72	425	09	19
0,381	22°24′	3-73	0,426	25°13′	4-20
382	27	74	427	17	21
383	31	75	428	20	22
384	35	76	429	24	23
385	39	77	430	28	24
0,386	22°42′	3-78	0,431	25°32′	4-26
387	46	80	432	36	27
388	50	81	433	39	28
389	54	82	434	43	29
390	57	83	435	47	30
0,391	23°01′	3-84	0,436	25°51′	4-31
392	05	85	437	55	32
393	08	86	438	59	33
394	12	87	439	26°02′	34
395	16	88	440	06	35

Синус	В градусах	В делениях угломера	Синус	В градусах	В делениях угломера
0,441	26°10′	4-36	0,486	29°05′	4-85
442	14	37	487	09	86
443	18	38	488	13	87
444	21	39	489	17	88
445	25	40	490	20	89
0,446	26°29′	4-41	0,491	29°24′	4-90
447	33	43	492	28	91
448	37	44	493	32	92
449	41	45	494	36	93
450	45	46	495	40	94
0,451	26°48′	4-47	0,496	29°44′	4-96
452	52	48	497	48	97
453	56	49	498	52	98
454	27°00′	50	499	56	99
455	04	51	500	30°00′	5-00
0,456	27°08′	4-52	0,501	30°04′	5-01
457	12	53	502	08	02
458	15	54	503	12	03
459	19	55	504	16	04
460	23	56	505	20	06
0,461	27°27′	4-58	0,506	30°24′	5-07
462	31	59	507	28	08
463	35	60	508	32	09
464	39	61	509	36	10
465	43	62	510	40	11
0,466	27°47′	4-63	0,511	30°44′	5-12
467	50	64	512	48	13
468	54	65	513	52	14
469	58	66	514	56	16
470	28°02′	67	515	31°00′	17
0,471	28°06′	4-68	0,516	31°04′	5-18
472	10	69	517	08	19
473	14	70	518	12	20
474	18	72	519	16	21
475	22	73	520	20	22
0,476	28°25′	4-74	0,521	31°24′	5-23
477	29	75	522	28	24
478	33	76	523	32	26
479	37	77	524	36	27
480	41	78	525	40	28
0,481	28°45′	4-79	0,526	31°44′	5-29
482	49	80	527	48	30
483	53	81	528	52	31
484	57	82	529	56	32
485	29°01′	84	530	32°00′	33

Синус	В градусах	В делениях угломера	Синус	В градусах	В делениях угломера
0,531	32°04′	5-35	0,576	35°10′	5-86
532	08	36	577	14	87
533	12	37	578	19	89
534	17	38	579	23	90
535	21	39	580	27	91
0,536	32°25′	5-40	0,581	35°31′	5-92
537	29	41	582	35	93
538	33	42	583	40	94
539	37	44	584	44	96
540	41	45	585	48	97
0,541	32°45′	5-46	0,586	35°52′	5-98
542	49	47	587	57	99
543	53	48	588	36°01′	6-00
544	57	49	589	05	01
545	33°01′	50	590	09	03
0,546	33°06′	5-52	0,591	36°14′	6-04
547	10	53	592	18	05
548	14	54	593	22	06
549	18	55	594	26	07
550	22	56	595	31	08
0,551	33°26′	5-57	0,596	36°36′	6-10
552	30	58	597	39	11
553	34	59	598	44	12
554	38	61	599	48	13
555	43	62	600	52	14
0,556	33°47′	5-63	0,601	36°56′	6-16
557	51	64	602	37°01′	17
558	55	65	603	06	18
559	59	66	604	09	19
560	34°03′	67	605	14	20
0,561	34°08′	5-69	0,606	37°18′	6-22
562	12	70	607	22	23
563	16	71	608	27	24
564	20	72	609	31	25
565	24	73	610	35	26
0,566	34°28′	5-75	0,611	37°40′	6-28
567	32	76	612	44	29
568	37	77	613	48	30
569	41	78	614	53	31
570	45	79	615	57	32
0,571	34°49′	5-80	0,616	38°01′	6-34
572	53	81	617	06	35
573	58	83	618	10	36
574	35°02′	84	619	15	37
575	06	85	620	19	39

Синус	В градусах	В делениях угломера	Синус	В градусах	В делениях угломера
0,621	38°23′	6-40	0,666	41°46′	6-96
622	28	41	667	50	97
623	32	42	668	55	98
624	36	43	669	59	7 00
625	41	45	670	42°04′	01
0,626	38°45′	6-46	0,671	42°09′	7-02
627	50	47	672	13	04
628	54	48	673	18	05
629	59	50	674	23	06
630	39°03′	51	675	27	07
0,631	39°07′	6-52	0,676	42°32′	7-09
632	12	53	677	37	10
633	16	54	678	41	11
634	21	56	679	46	13
635	25	57	680	51	14
0,636	39°30′	6-58	0,681	42°55′	7-15
637	34	59	682	43°00′	17
638	39	61	683	05	18
639	43	62	684	09	19
640	48	63	685	14	20
0,641	39°52′	6-64	0,686	43°19′	7-22
642	56	66	687	24	23
643	40°01′	67	688	28	24
644	05	68	689	33	26
645	10	69	690	38	27
0,646	40°14′	6-71	0,691	43°43′	7-28
647	19	72	692	47	30
648	23	73	693	52	31
649	28	74	694	57	32
650	32	76	695	44°02′	34
0,651	40°37′	6-77	0,696	44°06′	7-35
652	42	78	697	11	36
653	46	79	698	16	38
654	51	81	699	21	39
655	55	82	700	26	40
0,656	41°00′	6-83	0,701	44°30′	7-42
657	04	84	702	35	43
658	09	86	703	40	44
659	13	87	704	45	46
660	18	88	705	50	47
0,661	41°23′	6-90	0,706	44°55′	7-48
662	27	91	707	59	50
663	32	92	708	45°04′	51
664	38	93			
665	41	95			

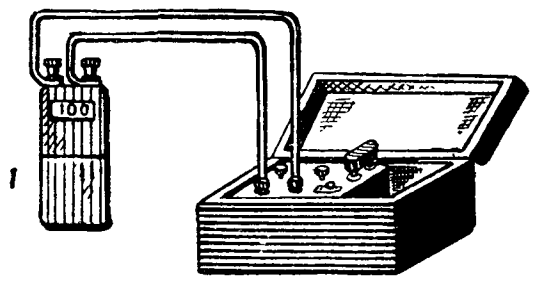
РАБОТА С ОММЕТРОМ

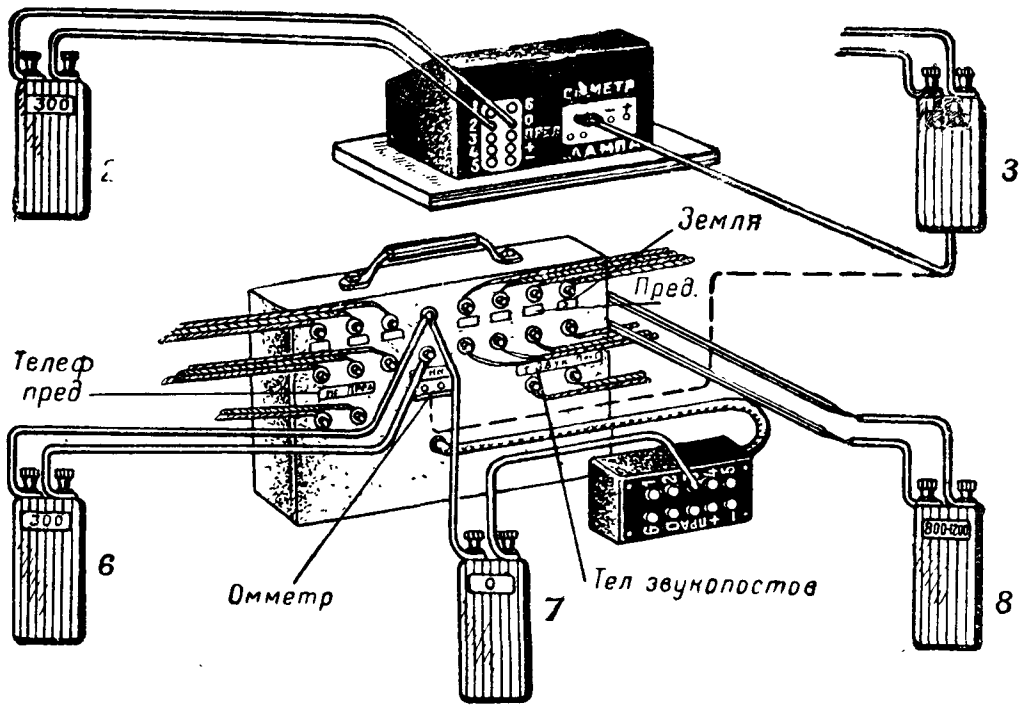
К клеммам омметра присоединяются два отрезка провода, концы которых должны быть зачищены и обмотаны так, чтобы отдельные жилы не выступали.

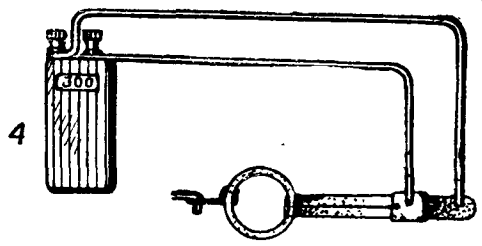
При проверке сопротивления цепи свободные зачищенные концы этих отрезков провода присоединяют к точкам, сопротивление между которыми измеряется.

При этом омметр показывает величину измеряемого сопротивления в омах.

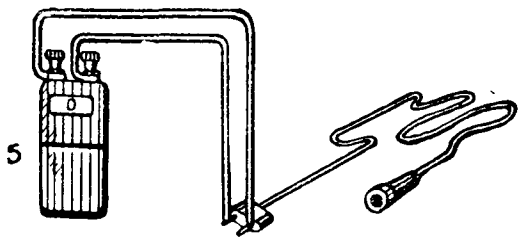
При обрыве омметр показывает ∞ (бесконечность).

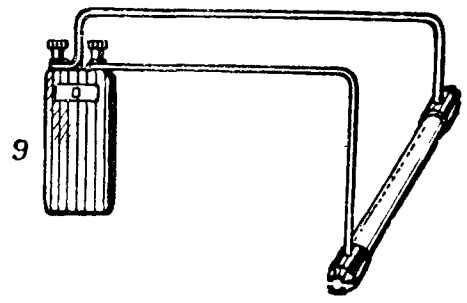






Проверка пишущей катушки

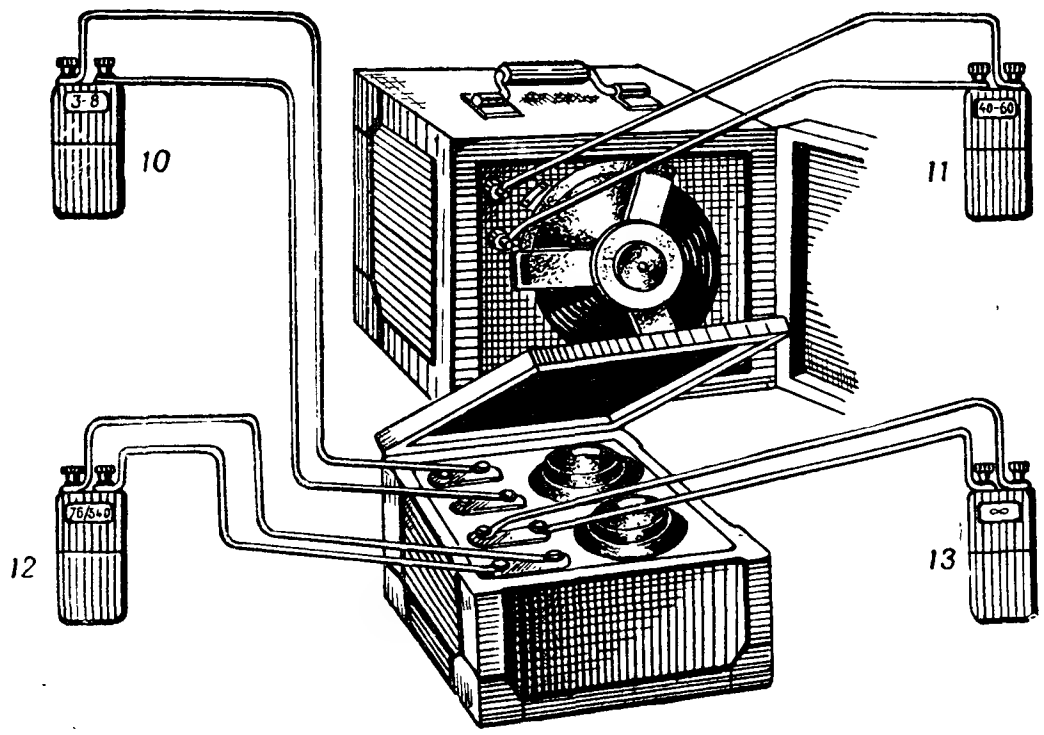


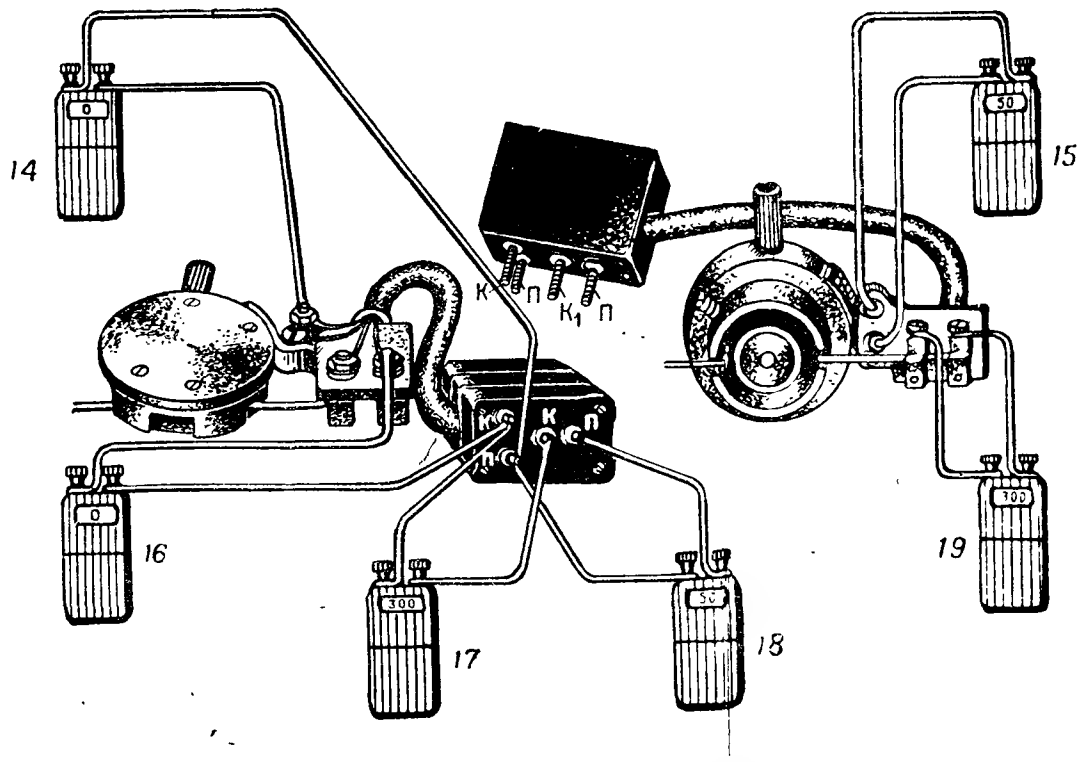


Проверка приборов предупредителя

Проверка основных цепей станции

Проверка предохранителя





Проверка приборов звукопоста

Проверка пишущей системы

Проверка работы станции

1. Сопротивление между зажимами „линия" 100 *ом*
2. При проверке исправности пишущей катушки омметр показывает около 300 *ом*
3. Вилка омметра должна быть включена в гнезда с надписью „омметр" на переходном щитке или с задней стороны пульта управления РП
4. Один конец проводника присоединяется к пластинке катушки, другой к обойме. Омметр показывает 300 *ом*
5. Сопротивление выносной кнопки равно нулю
6. При проверке цепи (переходной щиток — шланг — переходная колодка — внутренний монтаж РП—пишущая катушка) омметр показывает сопротивление пишущей катушки около 300 *ом*. При этом переходная колодка вставлена на место, шунт на „1", станция пущена.
7. При проверке исправности проводника в шланге омметр показывает 0
8. Для проверки линия отсоединяется от переходного щитка и присоединяется к омметру. Омметр показывает: сопротивление линии+сопротивление вторичной обмотки трансформатора. Сопротивление 1 *км* провода около 200 *ом*
9. При исправном предохранителе омметр показывает 0. Омметр показывает ∞, предохранитель сгорел
10. Сопротивление первичной обмотки трансформатора 3 *ом*
11. При проверке сопротивления правильно отрегулированного звукоприемника омметр показывает 40—60 *ом*
12. Сопротивление между зажимами „линия" (вторичная обмотка трансформатора) 80 *ом* (у трансформатора старого образца—540 *ом*)
13. Сопротивление между зажимами „телефон" равно бесконечности
14. При проверке соединительного проводника обмотки подмагничивания омметр показывает 0
15. При проверке обмотки подмагничивания с зажимов омметр показывает 50 *ом*
16. При исправном соединительном проводнике пишущей катушки омметр показывает 0, а при обрыве ∞ (бесконечность). Присоединив один конец омметра к зажиму, другим концом надо проверить оба штепселя K и K_1. Если при обеих пробах омметр покажет ∞ (бесконечность), значит обрыв в проводнике
17. При проверке пишущей катушки со штепсельной колодки омметр показывает 300 *ом*
18. При проверке обмотки подмагничивания со стороны штепсельной колодки омметр показывает 50 *ом*
19. При проверке пишущей катушки с зажимов омметр показывает 300 *ом*

Зак. 485.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ, ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ПРИ СОСТАВЛЕНИИ УЧЕБНИКА

1. Головин Н. Я. и Таланов А. В., Звукометрия, изд. Артиллерийской академии, 1938 г.

2. Головин Н. Я., Акустические приборы, Воениздат, 1940 г.

3. Эсклангон, Акустика орудий и снарядов, изд. Военно-технической академии РККА им. Дзержинского, 1929 г.

4. Наумов А. А., Артиллерийская метеорологическая служба, изд. Артиллерийской академии, 1939 г.

5. Михайловский А. В., Артиллерийская метеорологическая служба, изд. Государственного военного издательства, 1935 г.

6. Синьков Н. А., Звуковая разведка артиллерии в полевой армии, изд. Государственного военного издательства, 1931 г.

7. Сластенов Н. П., Звуковая разведка, учебник сержанта артиллерии, изд. Военного издательства, 1947 г.

8. Апарин А. А., Михайловский А. В., Сластенов Н. П., Звукометрия, пособие для артиллерийских училищ РККА, Воениздат, 1938 г.

9. Таланов А. В. и Гагарский С. П., Описание аппаратуры звуковой разведки, изд. Артиллерийской академии, 1937 г.

10. Дьяконов В. Г., Курс артиллерии, книга 10, Воениздат, 1947 г.

11. Прочко И. С., История развития артиллерии, т. I, изд. Артиллерийской академии, 1945 г.

12. Барсуков Е. З., Русская артиллерия в мировую войну, т. I, Воениздат, 1938 г.

13. Апарин А. А., Методическое пособие по подготовке пункта обработки ВЗР, Воениздат, 1941 г.

14. Шор Д. И., Инженерное оборудование в артиллерии, изд. Артиллерийской академии, 1946 г.

15. Управление связи РККА, Учебник красноармейца-телефониста, Воениздат, 1939 г.

16. Главное артиллерийское управление Вооруженных Сил, Звукометрическая станция модернизированная обр. 1936 г. СЧЗМ-36. Руководство службы, Воениздат, 1947 г.

17. Наставление артиллерии Красной Армии, Артиллерийская инструментальная разведка, ч. 3 — Служба звуковой разведки, изд. 1946 г.

18. Котелкин В. А., Контрбатарейная борьба, Воениздат, 1944 г.

19. Статьи из „Известий Артиллерийской академии":

Никитин Г. А., К вопросу о распространении энергии дульной волны в атмосфере. Том XXXIX, 1942 г.

Никитин Г. А. К вопросу о дальности действия субъективных звукоулавливателей. Том XXXII, 1941 г.

20. Статьи из „Артиллерийского журнала":

Жданов Н. Н., Пример контрбатарейной борьбы при защите крупного промышленного объекта, № 7, 1945 г.

Жданов Н. Н., Некоторые вопросы борьбы с артиллерией противника, № 1, 1945 г.

Сластенов Н. П., Ведение огня дивизионом по целям, засеченным звуковой разведкой, № 2—3, 1946 г.

Броварник Ю. С. и Абезгауз С. Д., Учет метеорологических условий при постановке задач звуковой разведки, № 4, 1944 г.

Ирицкий Е., Русская артиллерия в Отечественную войну 1812 г., № 6, 1939 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

Предисловие 3

Глава I. **Общие положения о звуковой разведке**

§ 1. Назначение и задачи артиллерийского инструментального разведывания (АИР) 5
§ 2. Задачи и свойства звуковой разведки 6
§ 3. Организация подразделений звуковой разведки 8
Контрольные вопросы к главе I 10

Глава II. **Звуки выстрелов и распространение их в атмосфере**

§ 1. Краткие сведения из акустики 11
§ 2. Распространение звука в атмосфере 15
§ 3. Звуковые явления, возникающие при выстреле 26
§ 4. Слышимость звуков в атмосфере 38
§ 5. Влияние метеорологических условий, местности и дальности засечки на вид и характер записи дульных волн и волн разрывов снарядов 51
Задачи к главе II 53
Контрольные вопросы к главе II . . . . . —

Глава III. **Определение местоположения звучащей цели по принципу разности времен**

§ 1. Решение задачи по методу плоской волны 55
§ 2. Решение задачи по методу шаровой волны 61
§ 3. Поправка на удаление 62
§ 4. Поправка на ветер 69
§ 5. Учет влияния метеорологических элементов при известном распределении их по высоте 76
§ 6. Определение направления на цель при работе в горных условиях местности 88
Контрольные вопросы к главе III 96
Ответы к задачам главы III 97

Глава IV. **Приборы звукометрической станции**

§ 1. Приборы звукового поста 98
§ 2. Приборы центрального пункта 104
§ 3. Приборы поста предупреждения 111
Контрольные вопросы к главе IV 112

Глава V. **Обработка лент и отсчетов**

§ 1. Снятие отсчетов с ленты 113
§ 2. Снятие отсчетов при плохих началах записей 120
§ 3. Поправка на параллакс перьев 126
§ 4. Задача обработки отсчетов 133
§ 5. Определение синуса угла α и поправки на параллакс перьев при помощи счетной звукометрической линейки 134
§ 6. Определение $\sin \alpha_0$ ($\sin \alpha_{0h}$) 138
Задачи к главе V 143
Контрольные вопросы к главе V 144
Ответы к задачам главы V . . . . . —

Глава VI. **Определение координат целей**

§ 1. Способы определения координат целей 145
§ 2. Графическое построение углов по их синусам 146

Стр.

§ 3. Определение координат целей графическим способом . . . 150
§ 4. Определение координат целей смешанным способом 153
§ 5. Определение координат целей вычислительным (аналитическим) способом 163
§ 6. Засечка целей с помощью секундомера 171
Задачи к главе VI 173
Контрольные вопросы к главе VI 174
Ответы к задачам главы VI 175

Глава VII. **Дешифрирование лент**

§ 1. Задача дешифрирования лент 176
§ 2. Геометрический метод дешифрирования лент 178
§ 3. Струнный дешифратор 192
§ 4. Практические приемы дешифрирования лент 199
§ 5. Особенности подготовки ленты-дешифратора и работа с ней 208
§ 6. Схема разведучастков 209
§ 7. Дешифрирование лент с помощью графиков 211
§ 8. Дешифрирование лент с помощью шаблонов 212
§ 9. Дешифрирование лент в период интенсивной стрельбы . . . 213
§ 10. Группирование отсчетов 214
§ 11. Наблюдение за деятельностью батарей противника 217
§ 12. Определение типа и калибра орудий и минометов 219
Задачи к главе VII 220
Контрольные вопросы к главе VII . . . . . —
Ответы к задачам главы VII 221

Глава VIII. **Ошибки звуковой разведки**

§ 1. Характеристика точности определения координат засекаемых целей 222
§ 2. Анализ ошибок при засечке цели, возникающих при работе с учетом распределения метеорологических элементов по высоте 225
§ 3. Анализ ошибок при засечке цели, возникающих при работе с учетом наземных метеорологических элементов 238
§ 4. Анализ ошибок при засечке цели, возникающих при работе с учетом систематической ошибки 239
§ 5. Определение систематической ошибки 241
§ 6. Ошибки в определении координат целей 255
Задачи к главе VIII 257
Контрольные вопросы к главе VIII . . . . . —

Глава IX. **Развертывание и боевая работа батареи звуковой разведки в различных видах боя**

§ 1. Требования, предъявляемые к расположению элементов боевого порядка батареи 259
§ 2. Способы и нормативы развертывания батареи звуковой разведки 271
§ 3. Управление и связь 272
§ 4. Разведка рубежа развертывания батареи звуковой разведки . 274
§ 5. Развертывание в боевой порядок батареи звуковой разведки 276
§ 6. Развертывание батареи звуковой разведки в период подготовки артиллерийского наступления 305
§ 7. Развертывание батареи звуковой разведки в период боя авангардов в полосе обеспечения 312
§ 8. Развертывание батареи звуковой разведки в период боя авангарда с боевым охранением противника 317

Стр.

§ 9. Работа батареи звуковой разведки в период артиллерийской подготовки и в период боя в глубине обороны противника 318
§ 10. Развертывание батареи звуковой разведки во встречном бою 319
§ 11. Развертывание батареи звуковой разведки в оборонительном бою . . . . . —
§ 12. Особенности развертывания батареи звуковой разведки зимой 321
§ 13. Особенности развертывания батареи звуковой разведки в горах и в крупных городах 322
§ 14. Особенности развертывания батареи звуковой разведки с задачей засечки минометов 323
§ 15. Свертывание боевого порядка 326
§ 16. Разведывательные документы батареи звуковой разведки . . 328
§ 17. Анализ разведывательных данных 333
§ 18. Проверка состояния приборов и кабеля перед развертыванием 337
Контрольные вопросы к главе IX 340

Глава X **Стрельба с помощью батареи звуковой разведки**

§ 1. Общие положения 342
§ 2. Пристрелка непосредственно по цели 346
§ 3. Перенос огня от звукового репера 352
§ 4. Стрельба на поражение по целям через значительный промежуток времени после их засечки 357
§ 5. Ведение огня дивизионом по целям, координаты которых определены приближенно 359
§ 6. Стрельба по незвучащим целям 363
Контрольные вопросы к главе X . . . . . —

Глава XI. **Топографическая привязка по звуку**

§ 1. Общие положения 365
§ 2. Техника работы при нормальном способе топографической привязки по звуку 367
§ 3. Техника работы при ускоренном способе топографической привязки по звуку 373
Контрольные вопросы к главе XI 374

Глава XII. **Звукомаскировка огневой деятельности артиллерии**

§ 1. Использование неблагоприятных условий для работы звуковой разведки 375
§ 2. Звукомаскировка путем создания большого количества звуков —
§ 3. Звукомаскировка путем организации временных огневых позиций выделением кочующих и рабочих орудий 377
§ 4. Звукомаскировка орудий большой мощности . . . . . —
Контрольные вопросы к главе XII 379

Приложения

1. Таблица скорости звука в *м/сек* 380
2. Таблица поправок для определения виртуальной температуры . . 381
3. Таблица поправок на удаление ($\Delta\tau_\eta$) . . . . . —
4. Таблица поправок на ветер ($\Delta\tau_W$) 382
5. Таблица квадратов чисел от 0 до 4045 для определения длины базы l 384
6. Таблица величин $W\cos\gamma$ 388
7. Таблица натуральных величин синусов углов 389
8. Работа с омметром . . . . . вклейка

Список литературы, использованной при составлении учебника 397